PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

COLLECTION DES THÈSES DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

SCIENCES NATURELLES

PREMIÈRE THÈSE

RECHERCHES PHYTOECOLOGIQUES SUR LES MARAIS SALES DE LA LORRAINE

DEUXIÈME THÈSE

La flore et la végétation de la Moyenne Vallée du KABOUL et des Massifs Montagneux du NURISTAN (AFGHANISTAN)

Présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy

pour obtenir le grade de Docteur ès-Sciences

par **Jean-Claude HAYON**

soutenues le 21 Février 1968

devant la Commission d'Examen

JURY :

M. **F. MANGENOT,** Président

M. **J. GARNIER,**
M. **P. JAEGER,** Correspondant de l'Institut, } Examinateurs

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555002_0051

PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

COLLECTION DES THÈSES DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

SCIENCES NATURELLES

PREMIÈRE THÈSE

RECHERCHES PHYTOECOLOGIQUES SUR LES MARAIS SALES DE LA LORRAINE

DEUXIÈME THÈSE

La flore et la végétation de la Moyenne Vallée du KABOUL et des Massifs Montagneux du NURISTAN (AFGHANISTAN)

Présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy

pour obtenir le grade de Docteur ès-Sciences

par **Jean-Claude HAYON**

soutenues le 21 Février 1968

devant la Commission d'Examen

JURY :

M. **F. MANGENOT,** Président

M. **J. GARNIER,**
M. **P. JAEGER,** Correspondant de l'Institut, } Examinateurs

1968

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

UNIVERSITE DE NANCY — FACULTE DES SCIENCES

ANNEE SCOLAIRE 1967-1968

Doyen : M. AUBRY

Assesseur : M. GAY

Doyens honoraires : MM. CORNUBERT - DELSARTE - ROUBAULT -

Professeurs honoraires : MM. RAYBAUD - LAFITTE - LERAY - JULY - LAPORTE - EICHHORN - GODEMENT - DUBREUIL - L. SCHWARTZ - DIEUDONNE - DE MALLEMANN - LONGCHAMBON - LETORT - DODE - GAUTHIER - GOUDET - OLMER - CORNUBERT - CHAPELLE - GUERIN - WAHL.

Maîtres de conférences honoraires : MM. LIENHART - PIERRET -

Professeurs

MM.	DELSARTE	Analyse supérieure		*MALAPRADE	Chimie
	ROUBAULT	Géologie		MANGENOT	Botanique
	CAPELLE	Mécanique rationnelle		GAYET	Physiologie
				HADNI	Physique
	VEILLET	Biologie animale		*BASTICK	Chimie
	BARRIOL	Chimie théorique		DUCHAUFOUR	Pédologie
	BIZETTE	Physique		GARNIER	Agronomie
	GUILLIEN	Electronique		NEEL	Chimie organique industrielle
	GIBERT	Chimie physique			
	LEGRAS	Mécanique rationnelle		BERNARD	Géologie appliquée
				*CHAMPIER	Physique
	BOLFA	Minéralogie		*GAY	Chimie biologique
	NICLAUSE	Chimie		STEPHAN	Zoologie
	FAIVRE	Physique appliquée		*CONDE	Zoologie
	AUBRY	Chimie minérale		*WERNER	Botanique
	COPPENS	Radiogéologie		EYMARD	Calcul différentiel et intégral
	DUVAL	Chimie			
	FRUHLING	Physique		LEVISALLES	Chimie organique
	HILLY	Géologie	Mme	HERVE	Méthodes mathématiques de la physique
	LE GOFF	Génie chimique			
	SUHNER	Physique expéri-		FELDEN	Physique
	CHAPON	Chimie biologique		*GOSSE	Mécanique physique
	HEROLD	Chimie minérale industrielle		*DAVOINE	Physique (E.N.S.M.I.M.)
	SCHWARTZ B	Exploitation minière		HORN	Physique 1er cycle
			*Mme	LUMER	Mathématiques

N ...	Chimie biologique
N ...	Mécanique appliquée

(* Professeur titulaire à titre personnel)

Maîtres de conférences

Mme BASTICK	Chimie P.C. Epinal
MM. GUDEFIN	Physique
ROCCI	Géologie
VUILLAUME	Psychophysiologie
FRENTZ	Biologie animale
MARI	Chimie (I.S.I.N.)
AUROUZE	Géologie
DEVIOT	Physique du solide
FLECHON	Physique P.C.
Mle HUET	Mathématiques C.B.G.
MM. VIGNES	Métallurgie
BALESDENT	Thermodynamique chimique appliquée (E.N.S.I.C.)
BLAZI	Minéraligie appliquée (E.N.S.G.)
JANOT	Physique P.C. Epinal
JACQUIN	Pédologie et chimie agricoles
MAINARD	Physique M.P.
CACHAN	Entomologie appliquée (E.N.S.A.)
MARTIN	Chimie P.C.
PAULMIER	Mécanique expérimentale
PROTAS	Minéralogie
JOZEFOWICZ	Physico-chimie
JURAIN	Géologie C.B.G.
RIVAIL	Chimie appliquée (C.U.C.E.S.)
VILLERMAUX	Génie chimique
METCHE	Biochimie appliquée (Brasserie)
PAIR	Mathématiques appliquées
BAUMANN	Physique 1er cycle
DURAND	Physique
HUSSON	Physique (I.S.I.N.)
N ...	Mécanique des fluides (I.S.I.N.)
N ...	Mécanique (I.S.I.N.)
N ...	Probabilités et statistiques
N ...	Mathématiques
N ...	Mathématiques P.C.
N ...	Mathématiques C.B.G.
N ...	Physiologie animale
N ...	Mathématiques M.P.
N ...	Exploitation minière (E.N.S.M.I.M.)

AUX MEMBRES DE NOTRE JURY DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR MANGENOT

Qui a bien voulu nous faire le grand honneur d'accepter la Présidence de ce jury de Thèse.

Avec nos sentiments de très vive reconnaissance et de respectueux attachement.

MONSIEUR LE PROFESSEUR GARNIER

Qui fut notre maître à la Faculté des Sciences au certificat de Botanique générale, et qui a bien voulu accepter de juger cette Thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR JAEGER

Qui a suivi notre travail et nous a toujours soutenu et encouragé.

Qu'il veuille bien accepter nos remerciements les plus sincères.

A TOUS NOS MAITRES DE LA FACULTE DE PHARMACIE

Et en particulier à

MONSIEUR LE PROFESSEUR FRANQUET

Qui, lorsque nous étions étudiant, a sû développer en nous le goût des sciences de la nature, et qui plus tard nous a accueilli en son laboratoire. Il fut toujours pour nous bien plus qu'un maître.

Qu'il nous soit permis ici de l'assurer de notre profonde reconnaissance et notre respectueuse gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR PELT

C'est lui qui nous a inspiré ce travail et c'est grâce à ses conseils et à son aide toujours efficace que nous avons pu le mener à bien. Sans sa fraternelle amitié, rien n'aurait été possible et jamais nous ne pourrons assez le remercier.

Nos plus vifs remerciements vont aussi à tous ceux qui nous ont permis de mener à bien ce travail, en nous faisant bénéficier de leur expérience et de leurs conseils.

Monsieur le Professeur EMBERGER de la Faculté des Sciences de Montpellier, nous a reçu à plusieurs reprises dans son Institut pour nous initier aux techniques écologiques et à l'étude de la flore du littoral méditerranéen. Nous y avons souvent bénéficié de l'aide active de Monsieur CORRE maître-assistant spécialement compétent dans le domaine de l'halophilie, qui nous a plusieurs fois accompagné sur le terrain et guidé dans nos recherches.

Monsieur le Professeur AUBREVILLE, Directeur du service de Phanérogamie au Muséum national d'Histoire Naturelle de Paris nous a facilité l'accès aux herbiers.

Monsieur le Professeur BINET de la Faculté des Sciences de Caen nous a fait bénéficier de son expérience des problèmes posés par la physiologie particulière des plantes halophiles.

Monsieur le Professeur GEHU de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Besançon a été pour nous, tout au long de cette thèse, un guide sûr et avisé.

Monsieur LAUGIER, Professeur à l'Ecole National Supérieure de Géologie de Nancy, nous a fait bénéficier de sa parfaite connaissance de la Géologie Lorraine.

Monsieur Paul AELLEN, de Bâle, nous a été d'un grand secours pour la confirmation des diagnoses de plusieurs Chénopodiacées.

Monsieur AYMONIN, maître-assistant au Muséum a bien voulu vérifier quelques déterminations délicates.

Que tous veulent bien trouver ici l'assurance de notre plus vive reconnaissance.

Nous associons à ces remerciements tous nos camarades de la Faculté de Pharmacie de Nancy, qui en maintes circonstances nous ont témoigné leur amitié.

INTRODUCTION

La présence dans son sous-sol d'importants gisements de sel gemme, vaut à la Lorraine de présenter, en diverses régions, une flore halophile particulière. En effet, des remontées d'eau saumâtre, peuvent se produire, qui stérilisent le sol sur des superficies plus ou moins importantes et le rendent impropre à toute exploitation. Lorsque les conditions ne sont pas trop défavorables, des espèces halophiles se développent sur ces substrats, parmi lesquelles la salicorne est la plus connue et la mieux adaptée.

Nous avons entrepris en 1962 l'étude des stations halophiles du département de la Moselle.

L'étude de la flore, et de la végétation a d'abord été effectuée. Elle a permis de fixer le cadre phytosociologique général du travail. Les groupements végétaux étant identifiés, nous avons plus spécialement orienté notre étude vers l'examen des caractères écologiques, et particulièrement édaphiques qui conditionnent la végétation. L'évolution du niveau et de la salure de la nappe phréatique, du cycle de submersion, de la salure et de la texture des sols, ont été précisés, ce qui a permis de mettre en évidence l'incidence déterminante de ces facteurs sur la zonation caractéristique de la végétation halophile. Cette corrélation est d'autant plus étroite que nos stations sont réparties dans une aire géographique très limitée et évoluent de ce fait dans des conditions climatiques identiques. Le problème de la végétation halophile lorraine a ensuite été placé dans son contexte européen, et nous avons recherché les affinités floristiques et écologiques que pouvaient présenter nos stations avec leurs homologues de l'Europe continentale et littorale.

Nous terminions notre travail lorsque fut publié le mémoire de J. DUVIGNEAUD consacré à l'étude de la flore et de la végétation des stations halophiles de la Lorraine. Cet auteur, travaillant en phytosociologue, s'est surtout attaché à décrire les principaux groupements halophiles, examinant minutieusement leur composition floristique, leur structure, et discutant leur position phytosociologique. L'examen des facteurs édaphiques se limitait à quelques analyses des eaux de submersion, dont les teneurs en sels se trouvent naturellement sous la dépendance directe de la pluviométrie et ne traduisent de ce fait que très imparfaitement le degré d'halophilie d'un milieu donné. L'auteur par contre s'attache à mettre en lumière l'incidence des influences humaines qui permettent d'expliquer certains groupements très rudéralisés. Sa conception des groupements halophiles est

d'ailleurs plus extensive que la nôtre puisqu'il décrit huit groupements "marginaux" que nous n'avons pas englobé dans notre travail (chemins, groupements de lisières, berges de ruisseaux à peine salés). Mais les neuf groupements fondamentaux des stations halophiles que nous avons pris en considération se retrouvent généralement également chez cet auteur, de sorte qu'une concordance très satisfaisante s'établit sur ce point.

Pour le reste, il est donc apparu que les deux travaux se complètent l'un étant plus phytosociologique et descriptif, l'autre plus écologique et explicatif.

Nous exposons dans une première partie les caractéristiques géologiques, géographiques et climatologiques du bassin salifère lorrain, donnant ensuite la description des stations spécialement étudiées du point de vue édaphique, et indiquant les méthodes employées.

La deuxième partie est consacrée à une brève étude de la flore.

La troisième partie est une monographie des groupements, classés en fonction de leur hygrophilie et de leur halophilie. Pour chacun d'eux, l'évolution des caractères édaphiques est mesurée et les conditions écologiques sont précisées.

La quatrième partie est consacrée à l'étude des relations entre le milieu et la végétation ; plusieurs tableaux synécologiques expriment nos résultats.

La dernière partie situe enfin les stations halophiles lorraines dans le cadre européen. Plusieurs séjours sur les côtes atlantiques et méditerranéennes nous avaient à cet égard fourni d'utiles éléments de comparaison, complétés par les renseignements bibliographiques et plusieurs communications personnelles.

PREMIERE PARTIE

- LE BASSIN SALIFERE LORRAIN -

CHAPITRE I

- ETUDE GEOLOGIQUE -

Avant d'entreprendre une étude sur les plantes halophiles d'une région continentale, il est nécessaire de bien connaître les particularités géologiques du substrat. Cette étude permettra de comprendre comment des espèces à écologie aussi spécialisée et qui sont si communes sur les vases salés des côtes de Belgique, de la Mer du Nord, de l'Atlantique et de la Méditerranée, ont pu s'implanter, loin de toute mer, dans une région où, apparemment, on ne s'attendrait pas à les trouver. La présence de telles espèces confère à la Lorraine un intérêt botanique tout particulier.

A - POSITION GEOLOGIQUE DU GISEMENT SALIFERE

Laugier (1961) établit comme suit l'échelle stratigraphique des Trias de faciès germanique en Lorraine.

- Keuper
  - Keuper supérieur
    - Marne irisées supérieures
    - Dolomies intercalaires
    - Argiles de Chanville
  - Keuper moyen
    - Dolomie d'Elie de Beaumont
    - Marnes irisées moyennes
    - Grés à roseaux
  - Keuper inférieur
    - Marnes irisées inférieures
      - M. ir. gypseuses
      - *Gite salifère*
      - M. ir. gypseuses
- Muschelkalk (Trias moyen)
  - Lettenkohle
    - Dolomie limite
    - Marnes bariolées
    - Dolomie inférieure
  - Muschelkalk supérieur
  - Muschelkalk moyen (Marneux salifère dans périmètre Sarreguemines-Dieuze-Sarrebourg)
  - Muschelkalk inférieur (Gr. Anhydrite)

Buntsandstein
- Grés bigarré
  - Grés à Voltzia
  - Couches intermédiaires
  - Conglomerat principal
- Grès vosgiens
  - Grés vosgien supérieur
  - Grés vosgien inférieur
- Grès d'Annweiler

B - STRUCTURE DU GISEMENT SALIFERE

En Lorraine, le sel est tout particulièrement abondant dans les marnes irisées du Keuper inférieur où il constitue le gite salifère (Salifèrien) et dans les marnes de Muschelkalk moyen. Il n'est cependant pas limité à ces deux formations : on le trouve également dans le Muschelkalk inférieur (Groupe de l'Anhydrite) et aussi dans le Lettenkohle - terme de passage entre le Muschelkalk et le Keuper.

C'est néanmoins le gite salifère qui, de loin, est le plus important. Il est constitué par une alternance de couches de marnes salées et de sel gemme et peut ainsi atteindre une épaisseur considérable.

Les exemples ci-dessous rapportés par Maubeuge (1950) permettront de se faire une idée sur la structure géologique du bassin salifère lorrain.

- A *Varangéville*, la couche épaisse de 110 à 150 m est formée par cinq faisceaux principaux et l'épaisseur de sel exploitable se situe aux environs de 75 m.

- Le sondage de *Brin-sur-Seille* révèle 338 m de keuper et 156 m de Muschelkalk. L'horizon salifère fait 166 m avec 71 m de sel en 12 couches d'épaisseur variable (1 m à 22, 95 m) alternant avec autant de couches de marnes comme indiqué ci-dessous :

Calcaire magnésien et anhydrite	2,60 m
Marne et anhydrite	4,60 m
Anhydrite et gypse rouge	2,85 m
Sel (première couche)	3,60 m
Marnes salées	0,30 m
Sel avec taches rouges	12,10 m
Marnes salées	1,05 m
Sel	3,05 m

Marnes salées	3,30 m
Sel	1,00 m
Marnes	0,90 m
Sel	1,10 m
Marnes rouges et grises salées	3,20 m
Sel	2,65 m
Marnes rouges et grises	3,95 m
Sel	3,25 m
Marnes gris bleu et rouges	2,75 m
Sel	22,95 m
Marnes rouges avec filets de sel	32,65 m
Sel	1,08 m
Marnes	3,22 m
Sel	3,60 m
Marnes	8,10 m
Sel	5,80 m
Marnes	4,50 m
Sel	2,70 m
Marnes	6,95 m
Marne grise avec filets d'anhydrite et de sel rouge	12,65 m

- A *Marsal*, les premières couches de sel se trouve à 47 m de profondeur. Voici d'ailleurs l'analyse du sondage effectué à Marsal, en 1879, sur la route de Burthecourt à Dieuze :

Alluvions et argilesrouge Argile bigarrée Marnes avec calcaires dolomitiques gypse, anhydrite, charbon	8,00 m 39,00 m
Marnes salifères avec intercalation de marnes argileuses, de calcaire, gypse, anhydrite, sel gemme	19,00 m

- A *Lezey*, le sel est plus profond, n'apparaissant, comme on le voit ci-dessous, qu'à 80 m environ.

Marnes sableuses	10,00 m
Marnes rouges	2,00 m
Marnes grises	6,00 m
Marne grise et rouge	4,55 m
Calcaire et gypse	4,55 m

Marne et gypse	8,07 m
Marne grise et rouge avec gypse	14,00 m
Marne grise et rouge	30,75 m
Marne grise et lies salifères	5,50 m
Marne lie	15,60 m
Marne grise avec sel	5,00 m
Sel gemme	1,50 m
Marne grise	5,00 m
Marne grise salifère	2,00 m
Sel gemme	7,00 m
Marne grise	1,50 m

Le sel ne se présente pas sous forme de couches continues qui garderaient une épaisseur sensiblement constante. Les sondages ont en effet révélé des couches lenticulaires d'épaisseur et de dimensions fort variables ce qui cadre bien avec ce que l'on sait sur le mode de formation du gisement. En effet, une telle accumulation de sel n'a pu se réaliser qu'à partir de nombreux bassins d'évaporation fermés, ou en communication intermittente avec la haute mer. Dans un climat aride, au pied du massif vosgien émergé, se trouvaient de vastes lagunes en cours d'évaporation. Lorsque la concentration était suffisante, il y avait précipitation de sel (Maubeuge 1950).

C - IMPORTANCE DU GISEMENT

1 - Limites géographiques

Le gisement salifère a été étudié depuis longtemps déjà. Il s'étend sur 1 500 km2 environ. Dans la région de Nancy, les concessions s'étendaient de Dieulouard à Rosière-aux-Salines. Plus au Nord, elles couvraient la région de Château Salins - Dieuze et se prolongeaient jusqu'à Sarralbe (voir carte n° 1). Les limites exactes du gisement ne sont d'ailleurs pas encore parfaitement reconnues, mais à l'occasion de sondages effectués par des sociétés pétrolières en 1957 "l'extension du gisement apparut comme véritablement énorme" (Maubeuge 1962).

2 - Exploitation

Le début de l'exploitation du sel en Lorraine se perd dans la nuit des temps. Le "briquetage de la Seille" constitué par des tessons et des restes de cylindres en terre cuite qui auraient servi à l'évaporation de l'eau salée prouve que la fabrication du sel dans cette région est bien antérieure à notre ère. Cette industrie s'est poursuivie sans interruption et au VIIème siècle des salines existaient à Vic, Moyenvic, Marsal ; l'exploitation à la Grange Fouquet est aussi très ancienne. Encore au XVIIIème siècle «on se

contentait, d'après une immémoriale tradition, d'utiliser les sources apparues naturellement à la surface du sol» (Boyé 1904). Ces sources étaient recueillies dans un puits circulaire et, de là, la saumure était amenée à des "poêles" où on la faisait évaporer. Si l'industrie du sel était une source de revenus pour le royaume, son inconvénient principal était la consommation exagérée de bois de chauffage nécessaire à l'évaporation des saumures (Otto Karmin 1912), et toute la région était menacée de déforestation.

Plus tard, « les progrès techniques permirent la recherche du sel en profondeur ; on rencontre le premier banc de sel gemme à 65-70 m de surface en 1819 à Vic, en 1821 à Rosières » (Mattenet 1938).

Actuellement, l'extraction se fait par puits (mine de Saint-Nicolas à Varangéville) ou par sondages (salines ignigènes) en pompant, soit une eau qui a été au préalable injectée dans une couche de sel, soit directement la nappe salée naturelle.

Le sel gemme est surtout utilisé comme agent de conservation (en tannerie principalement), comme agent de déneigement et comme matière première de l'industrie chimique (fabrication du chlore, du sodium et du carbonate de soude). Cependant, les soudières lorraines n'utilisent pas directement le sel gemme, mais se servent d'eau salée qu'elles pompent directement dans la nappe.

En 1962, la production française de sel extrait du sol s'établissait ainsi :

. sel gemme :	185 000 tonnes
. sel ignigène raffiné : (dont 224 000 tonnes en Lorraine)	546 000 tonnes
. sel contenu dans les saumures extraites par les soudières :	2 300 000 tonnes

Le sel a donné son nom à la région où il est exploité depuis les temps préhistoriques : le Saulnois ; à plusieurs cours d'eau qui la traversent : la Seille, le Sanon ; et à quelques localités : Rosières-aux-Salines, Château-Salins, Marsal, Salées-Eaux, Salival, Salzbronn.

CHAPITRE II

- LES STATIONS SALEES DE LA LORRAINE -

A - ORIGINE

La région que nous avons particulièrement étudiée du point de vue botanique se situe entre Château-Salins à l'Ouest et Dieuze à l'Est. Elle occupe donc le fond Sud Ouest du vaste synclinal de Sarreguemines. Les rivières (Seille, Petite Seille, Canal des Salines) coulent directement sur les marnes irisées du Keuper inférieur dans de larges vallées recouvertes presque partout par des paturages. Le relief, assez-mou, est représenté aux alentours par de petites collines coiffées par la dolomie de Beaumont (Keuper moyen) avec placages de marnes du Keuper supérieur (entre le Canal des Salines et la Seille) ou par des bancs de calcaire à Gryphée du Lias (entre la Seille et la Petite Seille). Les sommets sont généralement recouverts de forêts (Forêt domaniale de Bride et de Koecking).

Les sources salées qui sont nombreuses dans la région ainsi délimitée viennent sourdre dans le fond des vallées. Le mécanisme par lequel s'effectue cette remontée d'eau salée a été beaucoup discuté. Au XVIIIème siècle, l'Encyclopédie (T. XIV p. 551) résume ainsi la théorie des savants d'alors : « "Le sel gemme, dont il y a plusieurs montagnes et une infinité de carrières dans la profondeur des terres, est en abondance dans le terrain de Lorraine. Les eaux, en traversant ces carrieres, se chargent de parties de sel ; et plus le trajet est long, plus le degré de salure est considérable. Mais comme les amas de sel sont distribués par veines, par couches, par cantons, il arrive nécessairement qu'une source d'eau douce se trouve à côté d'une source d'eau salée" ».

Cependant la grande profondeur du gîte salifère (80 m à Lezey, 47 m à Marsal) et l'imperméabilité presque totale du substrat qui se manifeste par la persistance de nombreuses petites mares ne s'asséchant qu'au plus fort de l'été, pendant les grandes chaleurs, expliquent mal la présence de ces sources.

En fait, un léger pendage E.W. des couches permet plus à l'Ouest, (dans la partie où affleure le Muschelkalk) des infiltrations d'eau douce. Cette eau suit les couches, dissout du sel et forme ainsi des nappes salées en profondeur ; les grès de Buntsandstein représentent par exemple, une

formation aquifère importante. De plus, toute cette région est très faillée et c'est vraisemblablement à l'occasion de microfailles et par une sorte de phénomène artésien que se fait la remontée d'eau salée, De telles eaux artésiennes ont même pu jaillir pendant un sondage et stériliser les prairies voisines (Maubeuge 1950).

La saumure profonde se mélangeant avec les eaux superficielles est à l'origine de sources de salure variable, qui imbibent les terrains environnants et provoquent l'apparition d'une flore halophile caractéristique. Une étude de Grandeau datant de 1870 montre que la Seille, avant rectification de son cours, contenait elle-même une forte proportion de matières minérales ; en particulier selon cet auteur, "de 2 à 10 g de sel marin par litre et beaucoup de sulfates".

Actuellement, la Seille est beaucoup moins salée (0,50 à 1 g), mais on peut néanmoins observer sur ses berges quelques peuplements de Salicorne. Ceux-ci sont très abondants par contre sur les bras morts de l'ancienne Seille.

B - PHYSIONOMIE DE LA VEGETATION HALOPHILE

Les stations salées ont des étendues variables : elles se présentent souvent sous forme de petites taches de faible importance, mais peuvent également couvrir plusieurs centaines d'hectares. Leur aspect est sujet à de fortes variations : autour d'étendues pratiquement stérilisées par l'eau salée, ou occupées par la Salicorne lorsque la teneur du sol en chlorures n'est pas trop élevée, on observe souvent des auréoles occupées par des plantes de moins en moins halophiles, puis par des plantes tolérantes avant de passer à la prairie de fauche. Dans d'autres cas, lorsque les conditions topographiques le permettent, on note la dominance de certaines espèces sur des surfaces considérables. Pendant l'été, dans les endroits très salés, où la couverture végétale est peu fournie, on observe fréquemment en surface des efflorescences salines et de nombreuses fentes de retrait.

C - L'AMELIORATION DES PARCELLES SALEES

Il est incontestable que la présence de telles stations représente une perte pour l'agriculture d'autant plus considérable que les terrains voisins sont riches et atteignent des prix fort élevés. Aussi les propriétaires de ces parcelles se sont-ils efforcés depuis longtemps de les assainir. A la Grange Fouquet « " vers 1842 seulement afin de rendre fertile une partie des terrains rendus stériles par les eaux salées, M. Charles LAMY, de la Grange, fit creuser quelques fossés destinés à drainer ces eaux, Ces fossés,

aujourd'hui assez nombreux et dirigés en différents sens, sillonnent toute la prairie qui, ainsi assainie, fournit, en certains endroits, ... des paturages appréciés où paissent de nombreux troupeaux de moutons" » (Brunotte 1896). Les propriétaires de cette ferme ont ainsi pu élever des moutons de pré salé sur ces parcelles récupérées. Actuellement, il n'est plus possible, faute de main-d'œuvre, d'entretenir les fossés qui se sont envasés rapidement, et ces parcelles en raison du danger d'enlissement qu'elles représentent pour les animaux, ont été clôturées.

Les parcelles dont le sol est peu riche en chlorures fournissent un foin de bonne qualité. Au siècle dernier des réglements administratifs préconisaient le curage et le faucardage de la Seille. En effet, lorsque ces instructions étaient négligées, il en résultait des inondations catastrophiques pour la récolte du fourrage. Comme l'indiquait Grandeau, la Seille, «Rivière très étroite (5 - 15 mètres), à cours sineux, à pente insensible (22 millimètres sur 100 mètres), coulant dans un lit peu profond et très vaseux, garnie sur presque tout son parcours de roseaux vigoureux, déborde fréquemment et occasionne des inondations qui maintiennent sous l'eau les prairies riveraines pendant des temps plus ou moins longs». En 1869 et 1870, les récoltes de fourrage ont été détruites de Dieuze à Moyenvic par de telles inondations. Aujourd'hui, le cours de la Seille a été rectifié et le drainage de ces terrains amélioré. On peut y faire de bonnes récoltes dans les parties les plus hautes seules accessibles aux machines agricoles. Lorsqu'elles ne sont pas fauchées, ces parcelles servent à faire paître des troupeaux de bovins ce qui a pour inconvénient, surtout au début de l'année, de défoncer le sol humide et de le transformer en véritable bourbier.

Il faut aussi signaler la récolte de la Salicorne communément appelée Passepierre et qui, conservée dans du vinaigre, est utilisée comme condiment. Au siècle dernier, des quantités énormes de Salicorne provenant des Marais de Moyenvic et de Lagrange arrivaient au marché de Nancy (Brunotte 1896). La cueillette est aujourd'hui beaucoup moins active et la Salicorne ne semble pas menacée d'une prochaine disparition.

D - LOCALISATION DES STATIONS HALOPHILES DE LORRAINE

1 - Bassin de Vic - Château-Salins - Dieuze

Le bassin salifère le plus important est sans contesté celui de Vic - Château-Salins - Dieuze, dans lequel il serait bien vain de vouloir dresser une liste de toutes les stations : en effet, si on survole la Seille, la Petite Seille et le Canal des Salines à basse altitude et pendant la période favorable (printemps, été) on reconnaît pratiquement partout la présence d'halophytes (Juncus gerardi - Glyceria distans) par leur couleur, qui tranche

nettement sur la végétation environnante. La photographie aérienne en couleurs, suivie d'une étude sur le terrain, permet de dresser rapidement une carte très précise des différents groupements halophiles. C'est la méthode que nous avons utilisée pour établir le schéma de nos stations.

Nous nous contenterons de citer les principaux "Marais salés" que nous avons observés, et dont on repérera la position sur la carte figurant en annexe (carte n° 2).

a - *Vallée de la Seille*

En quittant la Nationale 74 pour prendre en direction de Dieuze la Départementale 38, on pénètre dans la partie du département de la Moselle où sont localisées les stations halophiles, sinon les plus importantes, du moins les mieux connues et les plus souvent explorées ; on rencontrera ainsi en allant d'Ouest en Est :

. Avant d'arriver à Vic, la ferme de Lagrange-Fouquet

. A Vic sur Seille : le grand parc

. Entre Vic et Moyenvic, de nombreuses stations dont le pré salé de Chatry, les affleurements du long du Ruisseau des salés, etc ...

. A Marsal : les anciens fossés et diverses surfaces assez importantes autour de la ville

. A Saint-Médard : le lieu dit "Petits Roseaux"

. Les environs de Dieuze

b - *Vallée de la Petite Seille*

On retrouve les affleurements salés aux environs de Château-Salins, Amélécourt, Lubécourt. Il faut signaler ici l'extension prise par certaines stations aux environs de Château-Salins depuis que la Saline a cessé ses pompages.

c - *Canal des Salines*

Si à Moyenvic on suit la Nationale 55 Metz-Strasboug, on longe le Canal des Salines et on rencontre aussi des stations fort importantes, notamment :

. En face de la ferme de Basse-Récourt une vaste zone halophile semblant prendre de l'extension

. A Lezey, les anciennes Salines de Salées-Eaux et le lieu dit "Petites Salées-Eaux" (situées en fait sur la commune de Ley, mais à proximité immédiate du village de Lezey)

CARTE N° 1 (1/400 000e)

2 - Autres stations halophiles lorraines

Nous ne citerons que pour mémoire des stations situées en d'autres régions de la Lorraine plus ou moins éloignées du Bassain de Vic - Château Salins - Dieuze :

a - *Les stations halophiles de Domsbale* (environs de Nancy) décrites déjà à plusieurs reprises (Brunotte 1897), (Kientzler 1959). Elles ne font pas partie de notre étude car dans cette région la salure du sol n'est pas naturelle mais, selon toute vraisemblance, due à la présence des immenses bassins de décantation où s'accumulent les résidus des soudières.

b - *Les anciennes stations halophiles de la vallée de la Moselle* (Environs d'Emmersweiler) étudiées par S. HAFFNER (1960) d'après des documents datant de 1934 - 1935. Les sites où poussaient les halophytes sont aujourd'hui transformés en roselières.

c - *Les stations de Salzbronn* près de Sarralbe
Celles-ci ne reposent plus sur le Keuper mais sur le Muschelkalk salifère.

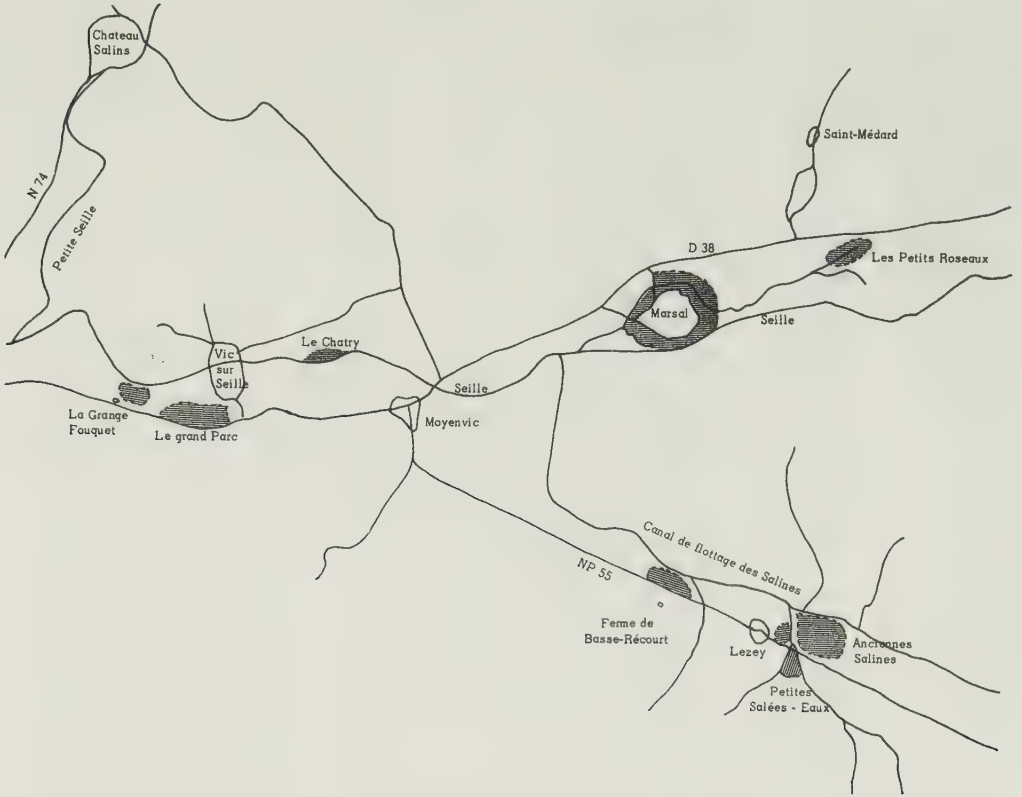
d - *La très belle station d'Aubécourt* près de Rémilly située dans la vallée de la Nied, à une trentaine de km au nord de Château-Salins.

Si on ne tient compte ni de la station de Rémilly - Aubécourt de surface relativement peu importante et qui se trouve dans un autre bassin du synclinal de Sarreguemines, ni de la station de Salzbronn assez éloignée, on constate que toutes les plantes halophiles occupent le bassin supérieur de la Seille et de ses affluents que nous avons nommé : bassin de Vic - Château-Salins - Dieuze, du nom des trois principaux chefs-lieux de canton qui le constituent. Celui-ci représente un quadrilatère de 20 km de long sur 12 km de large environ.

Cette région qui se trouve entre le Saulnois, c'est-à-dire la basse vallée du Sanon (Meurthe-et-Moselle) et le Pays des Etangs en Moselle se trouve à environ :

400 km du Pas-de-Calais
500 km des plages du Calvados
700 km des côtes de la Charente-Maritime
700 km des Bouches-du-Rhône
500 km d'Artern, vaste zone halophile de l'Allemagne de l'Est

CARTE N° 2 (1/100 000e)



E - DESCRIPTION DES STATIONS ETUDIEES

Nos observation floristiques ont été effectuées dans toute la zone salifère du bassin de Vic - Château-Salins - Dieuze, mais les mesures écologiques portent plus particulièrement sur quatre stations. Celles-ci sont décrites ci-dessous, et pour chacune d'elle un plan a été établi à partir des photos aériennes qui permettent de bien mettre en évidence la zonation de la végétation. Nous figurons dans chaque groupement les lieux où ont été effectués les prélèvements systématiques de sol, les lignes et les transects.

1 - Ferme de Lagrange Fouquet (L.F.)

C'est un vaste pré clôturé situé derrière la ferme entre la Seille et l'ancien chemin de fer statégique. Il est parcouru par de nombreux canaux de drainage, très anciennement creusés, orientés E.W. et délimitant des buttes où la guimauve se développe avec une particulière vigueur. Dans les dépressions, Salicorne et Aster sont abondants. Les canaux de drainage partiellement ou totalement colmatés et envahis par Aster et Triglochin en font une parcelle mal drainée et laissée à l'abandon, mais cependant très rarement soumise à la submersion. Nous y avons étudié plus spécialement une station à Salicorne (L.F.1) et une station à Altheae (L.F.2) (Plan n° 1).

2 - Marsal (Ma)

On observe dans les anciens fossés comblés situés à l'Est de la ville, des remontées de saumure profonde qui stérilisent complétement le sol sur des surfaces cependant peu importantes.

On y note la présence de groupements à Salicornia, à Glyceria, à Juncus et à Phragmites.

Comme dans le cas précédent, il s'agit d'une station très mal drainée, basse et soumise à des submersions fréquentes lors des fortes pluies. Le bétail n'y vient que rarement.

Une station complétement dénudée (Ma1), une station à Salicorne (Ma2) et une station à Phragmites (Ma3) y ont été étudiées (Plan n° 2).

3 - Lezey : Anciennes Salines de Salées-Eaux (Le A)

Vastes étendues marécageuses situées tout autour des anciens bâtiments en ruines de la saline (sur la RN 55, à gauche en allant vers Strasbourg). D'anciens trous de bombe sont perpétuellement remplis d'eau saumâtre.

Le drainage est inexistant et les parties les plus basses sont submergées la plus grande partie de l'année.

Une microtopographie relativement accusée permet aux différents groupements de s'y installer de sorte que la station est particulièrement typique et bien différenciée. Elle a été étudiée très en détail du point de vue édaphique (Plan n° 3).

Cette station sert cependant de parc pour les bovins surtout au printemps. La récolte de fourrage est même possible à la machine sur les parties les plus sèches.

4 - Lezey : "Petites Salées-Eaux" (Le B)

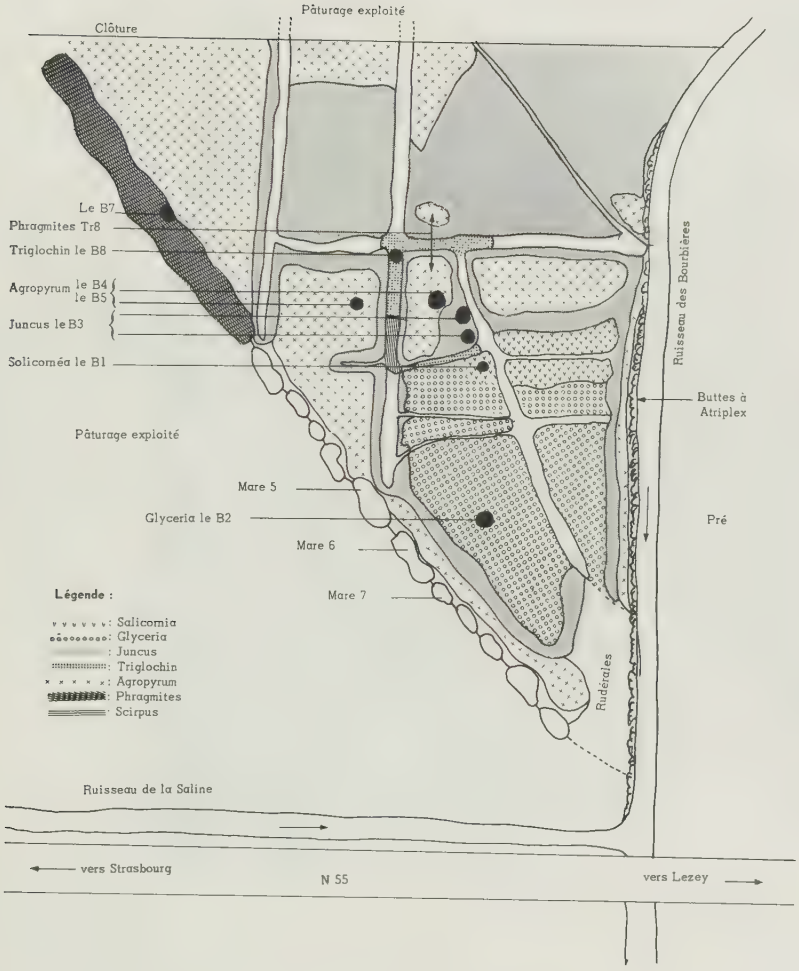
Près du village, en bordure de la RN 55, à droite en se dirigeant vers Strasbourg une parcelle grossièrement triangulaire est délimitée sur un côté par un ruisseau dont le cours a été récemment rectifié et qui coule en toute saison - (Ruisseau des Bourbières) et sur l'autre par une série de onze petites mares semi-permanentes.

La surface de cette parcelle est parcourue de fossés qui évacuent les eaux de submersion ; c'est donc une station bien drainée qui ne devient marécageuse que durant une brêve période après de fortes pluies.

On y note la présence de groupements à Salicornia et à Glyceria mais elle est surtout occupée par les groupements à Juncus et à Agropyrum. Dans les canaux de drainage se développent Aster et surtout Triglochin. Cette parcelle est cependant inexploitée, probablement en raison des difficultés d'accés. Elle constitue donc aussi un excellent terrain d'étude (plan n° 4).

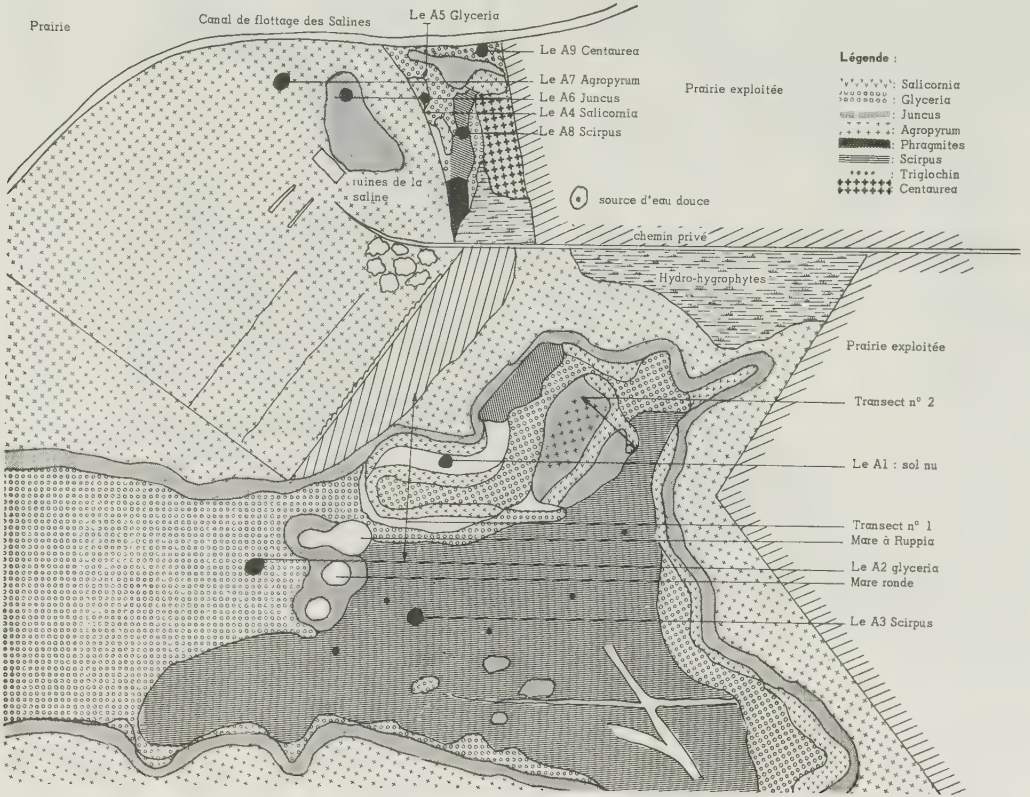
PLAN N° 4

Petites Salées-Eaux : Lezey B

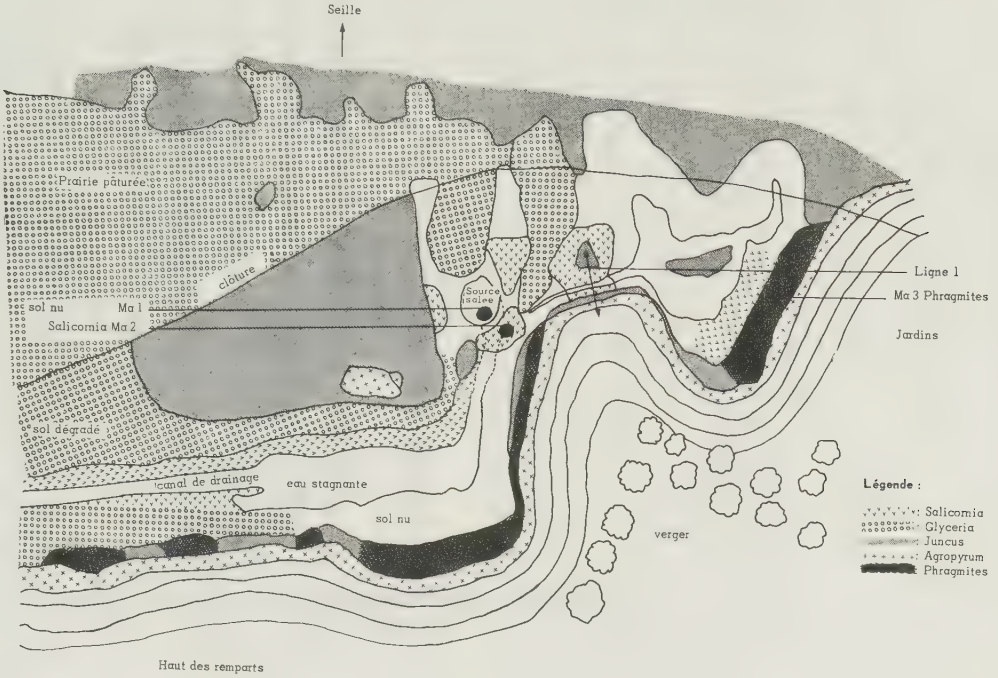


PLAN N° 3

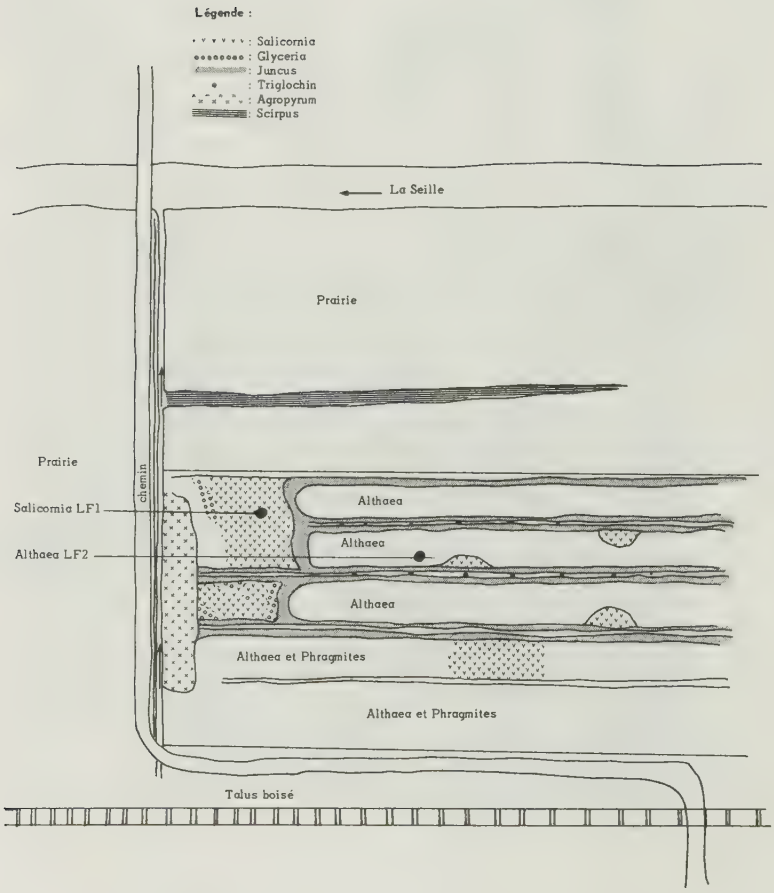
LEZEY Anciennes Salines Le A



PLAN N° 2
MARSAL Mα



PLAN N° 1
LAGRANGE-FOUQUET (L.F.)



CHAPITRE III

- LE CLIMAT -

A - ETUDE GENERALE DU CLIMAT

Comme nous l'analyserons ci-dessous, les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans la répartition des groupements végétaux des sites halophiles de Lorraine. Il importe donc de rappeler les caractéristiques essentielles du climat lorrain, en les comparant à celles des littoraux atlantique ou méditerranéen qui possèdent également une flore halophile.

Dans sa Géographie de la Lorraine, Mattenet (1938) résume en ces termes les caractères du climat lorrain "Comparé à celui des autres régions françaises, le climat lorrain porte la marque particulière d'influences continentales. Les souffles atlantiques n'arrivent ici qu'après avoir balayé toute la largeur du territoire français. Le climat du plateau mérite donc sa réputation de rudesse".

Ces conclusions se confirment bien à l'examen des principaux facteurs du climat, ce qui ne doit cependant pas conduire à classer le climat lorrain dans les climats nettement continentaux.

1 - La température

Nous regroupons dans le tableau n° 1 quelques valeurs significatives, permettant de comparer les caractéristiques de température de Nancy, de Brest et de Montpellier.

Tableau n° 1 : Les caractéristiques de température

	NANCY	BREST	MONTPELLIER
T° moyenne annuelle	9,3	11,4	13,9
T° moyenne de Janvier	0,3	5,2	6
T° moyenne de Juillet	18,5	16,6	22,4
Amplitude moyenne	18,2	11,4	16,4
Minima absolus moyens du mois le plus froid	-10 (Déc.)	3,0 (Jan.)	0,9
Maxima absolus moyens du mois le plus chaud	33	+ 26,3 (Aout)	30,3
Maxima absolu : M	39,2	35,2 (Juil.)	36
Minima absolu : m	-30	-14 (Jan.)	-16,7
Amplitude thermique M - m	69,2	49,2	52,7

Tableau n° 2 : Répartition des journées de pluie a Augny et hauteur des précipitations

1963 - 1966

	PRINTEMPS				ETE				AUTOMNE				HIVER				
	M	A	M	Total saison-nier	J	J	A	Total saison-nier	S	O	N	Total saison-nier	D	J	F	Total saison-nier	Total annuel
1963 - 1964 Hauteur des précipitations (mm)	67,4	22,6	59,1	149,1	126,6	51,6	143,4	321,6	28,7	73,9	133,3	235,9	3,8	38,6	26,1	68,5	775,1
Nombre de jours de pluie	17	13	14	44	17	7	19	43	10	11	21	42	6	9	12	27	156
1964 - 1965 Hauteur des précipitations (mm)	61,6	32,4	29,9	123,9	27,7	16,3	74,6	118,6	74,9	74,0	52,6	201,5	36,5	103,0	12,3	151,8	595,8
Nombre de jours de pluie	18	13	9	40	10	7	15	32	12	12	12	36	11	25	7	43	151
1965 - 1966 Hauteur des précipitations (mm)	71,2	67,6	85,5	224,3	91,8	75,5	35,7	203,0	145,8	3,0	121,3	270,1	156,9	64,1	103,1	324,1	1021,5
Nombre de jours de pluie	19	22	20	61	16	18	18	52	18	5	26	49	26	22	25	73	235
1966 - 1967 Hauteur des précipitations (mm)	54,5	74,6	87,2	216,3	57,7	86,1	105,7	249,5	28,9	79,1	74,8	182,8	147,6	35,4	55,5	238,5	887,1
Nombre de jours de pluie	18	22	18	58	18	20	16	54	7	19	19	45	25	22	15	62	124

En comparant les valeurs figurant sur ce tableau, la relative continentalité du climat lorrain apparaît nettement à travers les amplitudes de T°, qu'il s'agisse de l'amplitude moyenne, ou de l'amplitude des maxima et des minima absolus ; celles-ci sont toujours plus fortes en Lorraine que sur le littoral. On note également la rigueur de l'hiver, facteur de nature à exclure bon nombre d'espèces présentes sur le littoral, où elles bénéficient d'une température hivernale beaucoup plus clémente avec des gelées rares et peu accentuées.

2 - Les vents

Ce caractère de continentalité est cependant tempéré par les vents dominants du S.W. qui sont la marque de l'influence océanique et amènent un temps doux et des pluies prolongées. Cependant, les divers reliefs (côtes de Meuse, côtes de Moselle), orientés perpendiculairement à la direction des vents, forment un écran sur lequel se condense une bonne partie de l'humidité.

Les vents du Nord (Bise) du Nord-Est (Hâle) et de l'Est soufflent pendant des périodes moins longues ; ils sont toujours instables et irréguliers, mais valent à la Lorraine des vagues de froid venant d'Europe Centrale et Septentrionale.

3 - Les précipitations

Le plateau lorrain reçoit des précipitations abondantes dont le volume varie entre 650 mm dans les stations les plus sèches et 1200 mm dans les stations les mieux arrosées.

Comparées aux villes du littoral, les moyennes annuelles des précipitations s'établissent comme suit :

Nancy	808 mm
Château-salins	724 mm
Montpellier	732 mm
Brest	1129 mm
Saint-Nazaire	660 mm

Les écarts annuels peuvent cependant être très importants: l'année 1929 extrêmement sèche - 524 mm (Nancy) a été suivi par une année très pluvieuse - 1 118 mm (Nancy).

Contrairement au littoral méditerranéen, les précipitations sont à peu près régulièrement distribuées sur toute l'année, comme le montre le relevé ci-après (Tableau 2).

Les fortes averses orageuses de l'été apportent plus d'eau que les pluies d'automne, autre trait continental du climat lorrain qui le différencie des climats atlantiques ou méditerranéens.

(Régime à Saint-Nazaire et à Brest H.A.E.P., Régime à Montpellier A.P.E.H.).

4 - Conclusions

Voici d'après les traditions, la marche des saisons sur le plateau lorrain.

En général, les premières gelées se font sentir fin octobre puis un réchauffement se manifeste en novembre (été de la Saint Martin). Les premières neiges peuvent apparaître début décembre mais sont suivies d'un dégel avec pluies froides provoquant parfois des inondations. Le froid est constant en janvier et en février. Mars présente des alternatives de froid vif et de jours tièdes et le printemps ne s'établit qu'à la mi-avril. Pendant l'été, de nombreux orages éclatent à la fin des journées chaudes et sont suivies de pluies froides plus ou moins prolongées. La température baisse alors régulièrement jusqu'en novembre. Les variations de température sont considérables au cours d'une même saison et les écarts diurnes peuvent atteindre 16 à 18° en mai et juin.

"En résumé, le climat lorrain se trouve lié à des influences antagonistes : celles de l'océan qui envoient jusque là des vents tièdes et pluvieux entretenant l'humidité pendant des saisons, sinon des années entières ; celles du continent qui accentuent les écarts de la température, faisant succéder parfois aux étés brulants des hivers rigoureux et établissant en été un régime d'averses orageuses.

Par son climat comme par la direction de ses rivières, la Lorraine est un pays de transition entre la France océanique et l'Europe Centrale".

Ces conclusions de Mattenet sont bien conformes à la réalité et font justice d'une idée trop souvent répandue qui attribue à la Lorraine un climat spécifiquement continental. La véritable continentalité d'un climat se manifeste en effet, en Europe, par la conjugaison d'une forte amplitude thermique (ce qui est le cas en Lorraine) et d'une forte amplitude pluviométrique (consécutive à la présence constante d'un pic pluviométrique en été). Cette deuxième condition n'est pas remplie en Lorraine où l'amplitude pluviométrique est faible, ce qui est bien en rapport avec l'incidence encore forte de l'Océan Atlantique qui répartit assez régulièrement les pluies tout au long de l'année.

B - LE CLIMAT DE LA VALLEE DE LA SEILLE

Dans le cadre de l'étude d'un climat régional, il est souvent fort instructif de faire des comparaisons avec des superficies d'étendue plus réduite, qui peuvent éventuellement présenter des caractères climatologiques particuliers.

Les bulletins climatologiques de la Météorologie nationale nous ont permis d'étudier plus particulièrement le bassin de Vic - Château-Salins - Dieuze de 1963 à 1966. Nous disposons des données pluviométriques de deux stations : l'une à l'Ouest située à Amélécourt (Maison forestière Toussaint, 340 m), l'autre à l'Est située à Dieuze (Gendarmerie nationale, 219 m). Les températures n'étant pas relevées dans ces stations, nous avons pris les chiffres d'Augny près de Metz.

Il est bien évident que cette période est beaucoup trop brève (4 ans) pour pouvoir déterminer une variété locale de climat dans la haute vallée de la Seille. L'absence de données précises sur les lieux mêmes des prélèvements ne permet pas non plus de caractériser des microclimats. Cependant, ces données nous ont été extrémement précieuses : nous les avons toujours comparées avec nos mesures écologiques et elles nous ont permis d'avoir une juste idée du temps, pendant la période où nous avons travaillé sur le terrain.

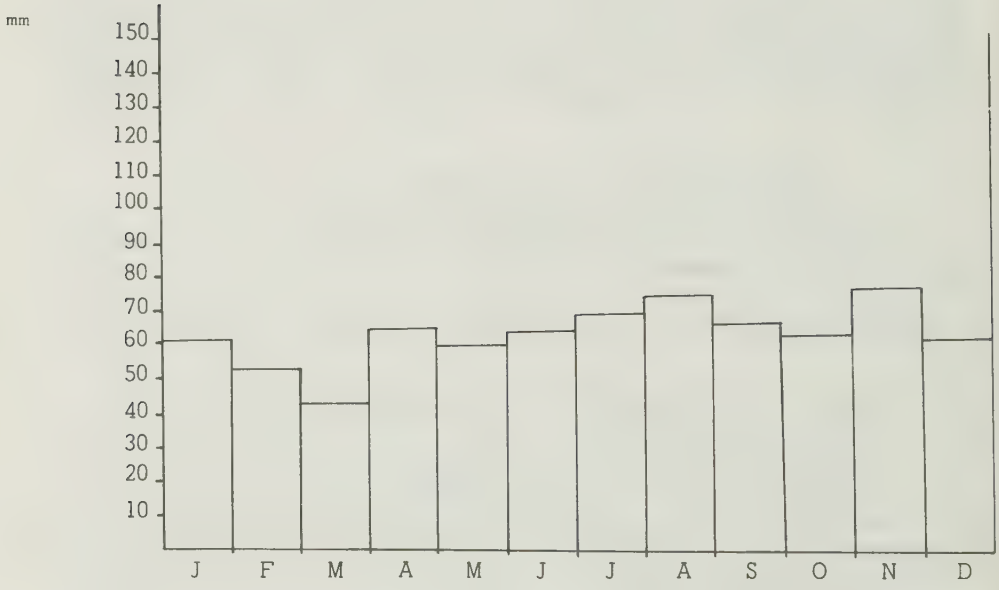
1 - Température (prises à Augny 190 m)

Le tableau n° 3 indique l'amplitude des écarts de T° au cours des quatre années de référence.

Tableau n° 3 : L'amplitude des écarts de T° à Augny entre 1963 et 1966

	Minima et maxima absolus			Minima et maxima absolus moyens		
	Minima absolu	Maxima absolu	Amplitude	Minima absolu moyen	Maxima absolu moyen	Amplitude
1963	– 14 (Janv.)	+ 31,2 (Aout)	45,2	– 6,9 (Fév.)	24,4 (Juil.)	31,3
1964	– 13,9 (Déc. 63)	+ 36,6 (Juil.)	50,5	– 4,3 (Déc. 63)	26,7 (Juil.)	31
1965	– 11,1 (Déc. 64)	+ 29,4 (Juin)	40,5	– 2,6 (Fév.)	21,5 (Aout)	24,6
1966	– 18,8 (Janv.)	+ 33 (Aout)	51,8	– 4 (Janv.)	22,7 (Juin)	26,7

Figure 1 - AMELECOURT : Moyenne établie sur 20 ans



Les minima et maxima absolus sont inférieurs aux minima et maxima absolus de la Lorraine (voir tableau n° 1) : ces années n'ont donc pas connu de froids exceptionnels ni de chaleurs anormales. Les minima et maxima absolus moyens montrent des écarts moins sensibles : les minima sont en général plus élevés et les maxima plus faibles : les quatre années de références ont donc été relativement plus tempérées dans la région étudiée que d'ordinaire.

2 - Les vents

Les vents dominants de S.W. s'engouffrent aisément dans la vallée de la Seille orientée dans la même direction. Ceux-ci n'ont guère d'influence sur les plantes sauf en ce qui concerne la dissémination des diaspores pour les espèces anémochores (Aster tripolium par exemple) qui manifesteront par conséquent une tendance naturelle à se propager vers l'Est.

3 - Précipitations

La hauteur des précipitations reste sensiblement la même à Amélécourt et à Dieuze (sauf en 1965 où il a plu beaucoup à Amélécourt).

	Amélécourt	Dieuze
1963	686,5	716,3
1964	591	609,7
1965	988,3	676,3
1966	858,2	non relevées
Moyenne	755	667

Si on compare avec la hauteur des précipitations établies sur une période de 20 ans à Amélécourt (778 mm), on note alors que 1963 et 1964 ont été des années relativement sèches. Pour 1965, on pourrait conclure à une année particulièrement pluvieuse, mais en fait, la comparaison avec les chiffres de Dieuze suggère qu'il s'agit plutôt d'un accident local. Par contre, en 1966, la pluviométrie a été supérieure à la moyenne à Amélécourt (elle n'a pas été régulièrement relevée à Dieuze au cours de cette année).

La répartition des pluies (moyenne calculée sur 20 ans à Amélécourt, figure 1) montre qu'il pleut environ autant en été et en automne où la pluviosité est maxima, et autant au printemps qu'en hiver où la pluviosité est minima

H : 180 mm
P : 175 mm
E : 210 mm
A : 213 mm

Répartition : A.E.P.H.

Mais la très faible différence entre les pluies d'été et d'automne (3 mm) permettent de faire rentrer ce régime dans le cadre général du plateau (E.A.P.H.).

Cette répartition est cependant susceptible de subir des variations suivant les années, ce qui apparaît bien dans les graphiques pluviométriques ci-contre : 1963 E.A.H.P. (figure 2), 1964 A.E.H.P. (figure 3), 1965 P.A.H.E. (figure 4), 1966 H.E.P.A (figure 5).

De telles variations sont typiques des régions tempérées d'Europe occidentale où les pluies s'étalent en toute saison avec des variations plus ou moins conséquentes d'une année à l'autre. Mais les moyennes de pluviométrie établies sur de longues périodes de temps montrent une remarquable régularité en toute saison (figure 1). Il est difficile dans ces conditions d'établir une formule type, comme c'est le cas dans tant d'autres régions du monde.

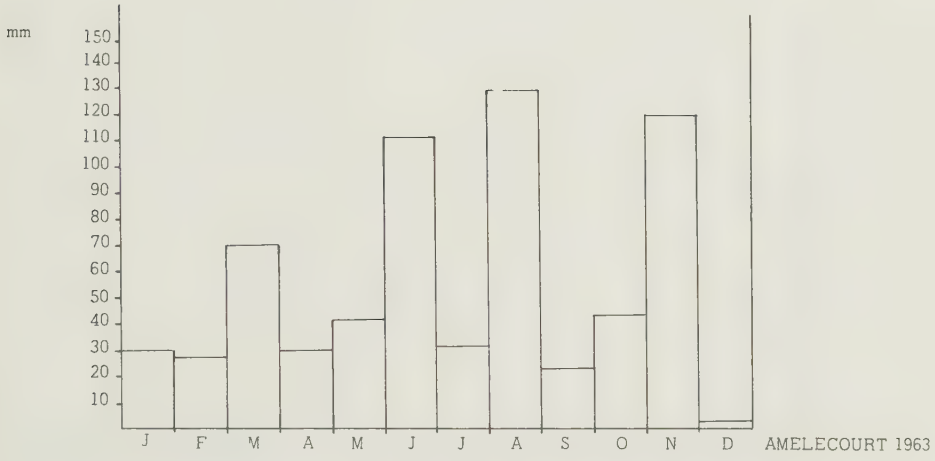
Si elle a été normale en 1963 et 1964, l'année 1965 se caractérise par des pluies abondantes au printemps et en automne ; l'année 1966 par un excès d'eau anormalement élevé en hiver et au printemps.

La forte variation des pluies au mois de décembre mérite d'ailleurs d'être soulignée : 2,5 mm en 1963, 26 mm en 1964, 167,4 mm en 1965 et 150,5 mm en 1966. Par comparaison avec le chiffre moyen de 64 mm, on voit que l'instabilité et la règle et, étant donné l'importance des pluies d'hiver sur le développement des groupements d'halophytes, lié pour une large part au cycle de submersion des terrains, toute étude écologique doit nécessairement tenir le plus grand compte de ces données.

On note aussi une relation entre la fréquence des trajectoires orageuses et les formations de marnes irisés ou argiles gypseuses (Godard 1951) ce qui explique l'abondance et la violence des orages dans cette région (31 mm d'eau à Dieuze le 6 septembre 1964 et 43,6 mm le 20 Août 1966).

En résumé, le climat de la vallée de la Seille est un bon exemple du climat lorrain et ne semble guère se singulariser par des caractéristiques particulières.

Figure 2 - Répartition des pluies en 1963



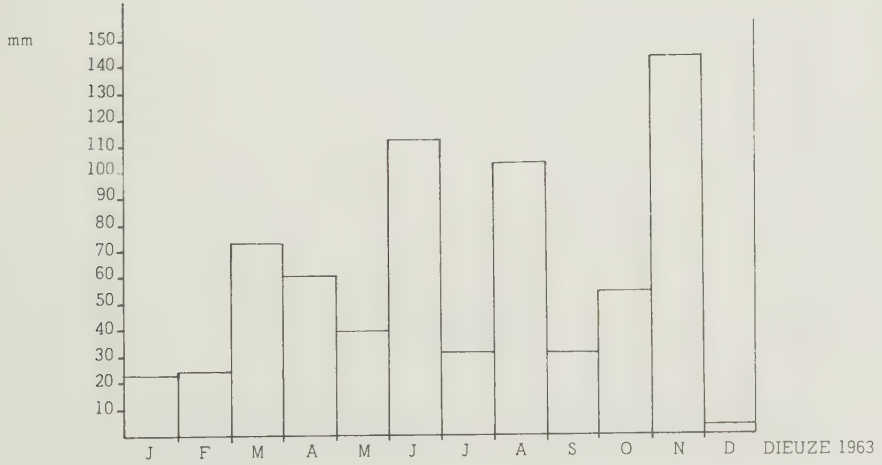
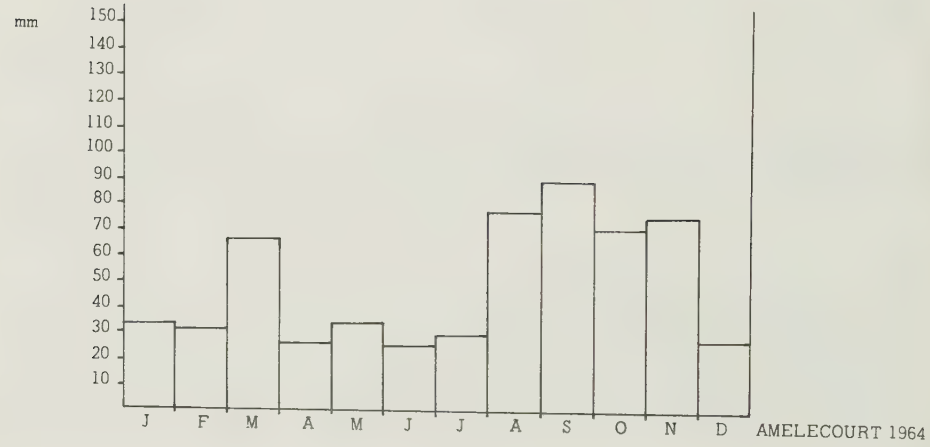


Figure 3 - Répartition des pluies en 1964



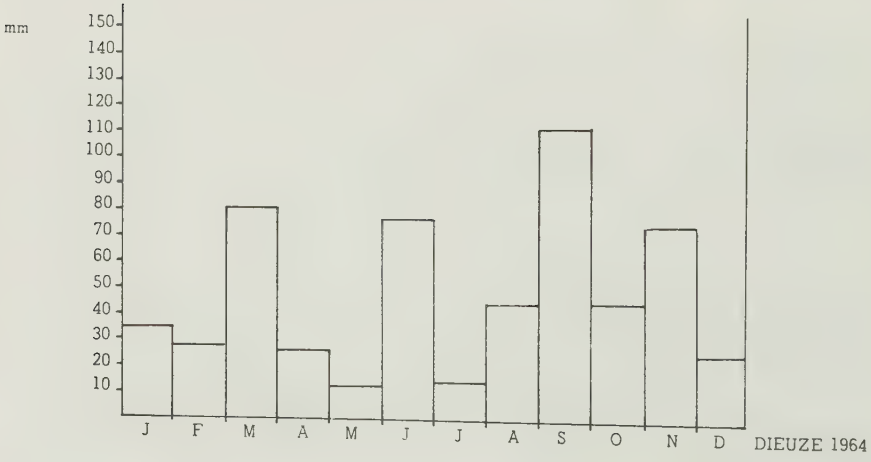
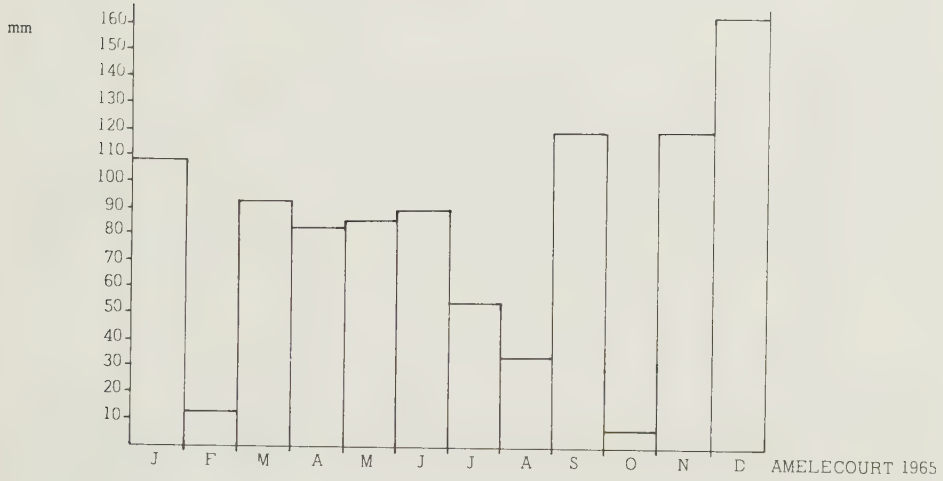


Figure 4 - Répartition des pluies en 1965



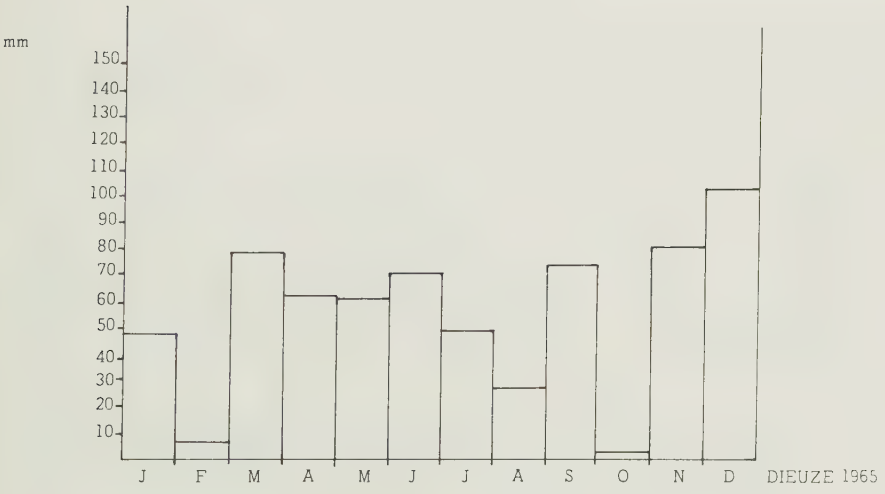
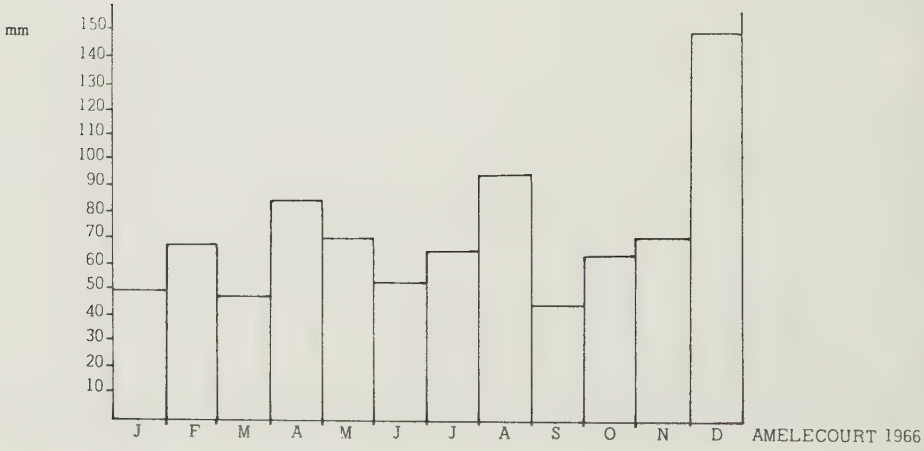
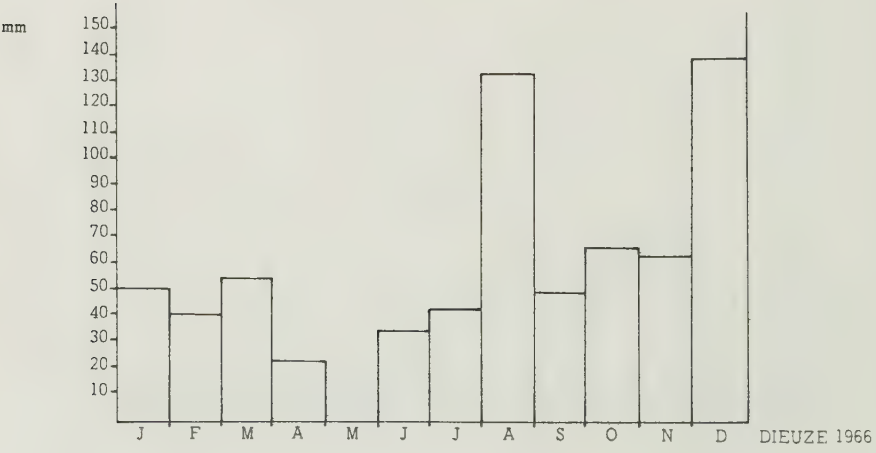


Figure 5 - Répartition des pluies en 1966





CHAPITRE IV

- METHODES D'ETUDES -

Notre travail a débuté par l'étude de la flore et la reconnaissance des différents groupements halophiles. Ensuite, pour chacun de ces groupements, nous avons analysé mensuellement le sol, les eaux de submersion et la nappe phréatique afin d'avoir une idée sur l'évolution de ces différents facteurs au cours de l'année, et en les comparant plus particulièrement à la pluviométrie. Nous nous contenterons de rapporter ci-dessous les résultats des dosages effectués au cours de l'année 1966, qui fut la plus significative.

A - ETUDE DE LA VEGETATION

Pour l'étude de la végétation, nous avons effectué des relevés phytosociologiques suivant la méthode bien connue de l'école Zuricho-montpellieraine (Braun-Blanquet 1964), en affectant chaque espèce rencontrée d'un coefficient d'abondance-dominance et de sociabilité. Sans ignorer les critiques que soulève cette méthode, elle présentait néanmoins pour nous l'avantage de la simplicité et de la rapidité étant donné le nombre relativement restreint des espèces.

Dans un certain nombre de stations, nous avons relevé la végétation suivant une ligne, pour mettre en évidence l'influence de la microtopographie sur la salure du sol et, par là même, la distribution des groupements (Transect de végétation selon la méthode décrite par Long en 1958).

Dans la mesure du possible, nous avons poursuivi nos études dans des parcelles laissées à l'abandon, ou du moins très sporadiquement exploitées. Si cette manière de faire présente l'inconvénient de limiter l'investigation à un nombre plus restreint d'espèces pour déterminer des associations végétales au sens strict des phytosociologues, elle a par contre l'avantage de s'adresser à des milieux qui ont atteint une sorte d'équilibre ; il est donc relativement plus facile d'en dégager les caractères écologiques essentiels.

B - ETUDE DU SOL

Une étude des sols des prairies salées de la vallée de la Seille, tant du point de vue physique que chimique, avait été entreprise au siècle

dernier par L. Grandeau, Directeur de la station agronomique de l'Est à l'occasion d'un procès qui opposa les propriétaires riverains de Mulcey, Marsal, Moyenvic à la soudière de Dieuze. Les agriculteurs reprochaient en effet à celle-ci, par les déchets qu'elle déversait dans la rivière, d'être la cause de la mauvaise récolte de fourrage due à la submersion prolongée de leurs prés par suite du débordement de la Seille (Grandeau 1972). Des observations très pertinentes avaient été effectuées par cet auteur.

1 - Caractéristiques physiques

Des mesures de perméabilité effectuées selon la méthode de Bürger (1922) dans les différents groupements, tant en été qu'en hiver, nous ont montré que ces sols sont caractérisés par une imperméabilité presque totale.

Leur densité est voisine de 1,5 (Grandeau 1872).

La quantité d'eau nécessaire à la saturation de 1000 g de terre sèche est importante : elle varie de 418 à 441 ml (Grandeau 1872).

L'humidité est élevée en toute saison : nous avons constaté qu'elle oscille en hiver entre 37 et 45 % dans la quasi totalité des groupements étudiés ; en été par contre, elle est beaucoup plus faible et peut tomber à environ 15 % dans les groupements les plus secs (Althaea, Centaurea). Toutefois, la croûte dure qui se forme en surface, dans les associations ouvertes (Salicorne en particulier) empêche la dessication des horizons sous-jacents qui conservent de ce fait, en toute saison, une humidité au moins supérieure à 30 %.

Ces différentes propriétés résultent de la quantité importante d'éléments fins (marnes, argiles), bien que la proportion de sable puisse atteindre par endroit 68 %. On note d'autre part l'absence totale de cailloux et de graviers (voir ci-dessous).

Ce substrat manifeste donc une nette tendance à devenir asphyxique pour les plantes, surtout pendant les périodes où les précipitations sont abondantes.

Bien que la couleur soit foncée (brun à brun noir) le réchauffement, en raison de la grande humidité, est lent : ce sont des sols froids où la végétation a tendance à démarrer plus tardivement qu'ailleurs.

Leur salure est très variable d'un point à un autre.

2 - Caractéristiques chimiques

L'analyse des différents sels solubles avait déjà été effectuée à plusieurs reprises. Nous indiquerons ci-dessous les résultats de quelques analyses :

a) Composition centésimale de l'extrait sec obtenu après lessivage d'un sol d'une prairie salée à Lezey (Grandeau 1872)

	sol	sous-sol
Carbonates	0,90	0,50
$So4^{--}$	4,52	4,88
Cl^{-}	54,22	41,83
Na^{+}	38,50	43,50
Ca^{++}	13,00	9,00
Mg^{++}	0,51	3,48

b) Composition centésimale de 100 g de sel à Vic-sur-Seille, comparée à celle de l'eau de mer (Florentin 1899)

Eau de Vic-sur-Seille		Eau de mer	
ClNa	83,903	ClNa	75,109
		Cl2 Ca	3,309
		Cl2 Mg	8,524
SO4 Na2	1,718	SO4 Na2	0,822
SO4 Ca	8,529	SO4 Ca	1,475
SO4 Mg	1,306	SO4 Mg	10,634
Matières organiques	0,239	Matières organiques	0,127
Alumine Oxyde de fer	4,305		

Des analyses de saumure sont aussi données par Maubeuge (1950).

De ces différentes analyses, il ressort que les chlorures sont de beaucoup les plus abondants, puis viennent ensuite les sulfates ; les carbonates sont très peu importants. Les cathions sont représentés par le Na^{+}, le Ca^{++} et le Mg^{++}.

3 - Méthodes d'étude mises en oeuvre

Nous nous sommes constamment référés dans notre travail à l'ouvrage fondamental de pédologie de Duchaufour (1965).

a - *Prélèvements*

Tous les prélèvements de routine ont été effectués dans la rhizosphère : 0-15 cm. Pour avoir une idée de la répartition des sels sous un groupement donné, nous avons ouvert une tranchée pour pouvoir effectuer des prélèvements à différentes profondeurs (jusqu'au niveau de la nappe). Chaque échantillon a été recueilli en motte dans une boîte métallique bouchant hermétiquement et analysé le plus rapidement possible.

b - *Profil pédologique*

Un profil pédologique a été observé sur des tranchées ouvertes dans des conditions habituelles. Tous ces sols sont caractérisés par un degré d'hydromorphie très marqué des premiers horizons.

c - *Déterminations quantitatives*

1 - pH : Pris au pH mètre, muni d'une électrode spéciale pour sols, directement sur la motte sortie de la boîte étanche.

2 - Granulométrie : Par sédimentométrie selon la méthode de Mériaux (1953) d'un prélèvement effectué entre 0 et 20 cm.

3 - Humidité : Par dessication à l'étuve, jusqu'à poids constant, d'un échantillon prélevé au milieu de la motte.

4 - Chlorures : La motte débarrassée des débris végétaux, séchée à l'air libre, grossièrement émiettée, puis mise à l'étuve à 110° pendant 24 h, est ensuite pulvérisée finement au mortier. A partir d'un échantillon de poids connu, les sels solubles sont extraits par l'eau distillée à l'aide d'un agitateur magnétique.

Après centrifugation, le dosage proprement dit est effectué par la méthode de Charpentier-Wolhard sur un volume déterminé de liquide.

Mais il faut bien préciser que le chlorure de sodium n'est pas le seul sel soluble bien que sa proportion soit de loin la plus importante et qu'il joue par conséquent un rôle déterminant dans la répartition des différentes espèces. Pour tenir compte de ce fait, les résultats ont été exprimés en Cl^- pour 100 g de terre sèche.

Connaissant le pourcentage de Cl et d'humidité, on peut déterminer la concentration de l'eau du sol (concentration théorique) qui semble avoir une signification biologique considérable. Cependant, les résultats obtenus par cette méthode ne sont pas directement comparables car l'humidité du sol peut varier dans de fortes proportions lors de prélèvements effectués dans des stations relativement éloignées les unes des autres. Pour pouvoir

correctement interprêter les résultats, il faudrait réunir un grand nombre d'échantillons dans un laps de temps très court, ce qui n'est pas toujours possible.

Comme on le sait, la méthode des "pates saturées" mise au point par Richards et coll. (1954) et permettant d'obtenir des résultats comparables à la concentration réelle du sol, se heurte à des difficultés de mise en oeuvre dans le cas de textures extrêmes du sel (trop grande quantité de sable ou d'argile) ce qui est le cas pour la région étudiée. Nous n'avons pas pu l'utiliser.

C - ETUDE DE LA NAPPE PHREATIQUE

Son étude est de la plus haute importance pour la compréhension de l'écologie des plantes halophiles notamment lorsque la nappe salée est proche de la surface et atteint les racines. Nous lui avons donc porté une attention toute particulière.

1 - Prélévements

- A partir de tubes piézométriques dans les stations facilement inondables. Ce sont des tubes en matière plastique profondément enfoncés dans le sol (1,50 m) et dont la partie inférieure porte de nombreuses entailles.

- A partir de trous de sonde dans les stations plus sèches où il n'y a pas de risque de contamination par les eaux de surface. Le prélévement s'effectue en introduisant un tube soupe en plastique dans l'orifice et en aspirant la saumure avec une seringue de grande capacité. Il faut d'abord vider le plus possible de saumure, attendre que le niveau se soit stabilisé avant d'en prendre soigneusement note, puis faire le prélévement dans une bouteille étanche. On mesure aussitôt la température.

2 - Dosages

Le pH de la nappe phréatique est déterminé aussitôt après le prélévement, puis les chlorures sont dosés volumétriquement par la méthode de Charpentier-Wolhard sur un volume connu, après filtration et dilution si nécessaire.

D - ETUDE DES EAUX DE SUBMERSION

Leur teneur en chlorures est généralement plus faible que celle de la nappe correspondante, alors que leur pH est plus élevé.

Plutôt que la teneur en chlorures c'est le cycle annuel de submersion qu'il est important de déterminer car il conditionne largement la distribution des groupements végétaux.

Nous avons donc systématiquement noté la hauteur d'eau et établi ce cycle annuel de submersion.

Le pH et les chlorures de ces eaux de submersion ont été déterminés comme ci-dessus.

Pour les mares permanentes qui ont une profondeur assez importante, les eaux les plus chargées en chlorures du fait de leur plus grande densité se trouvent au fond. Dans le but d'avoir des résultats comparables, nous avons fait nos prélévements à 10 cm sous la surface (Anciennes Salines). Lorsque les eaux sont courantes ou que leur profondeur est peu importante, le problème ne se pose pas.

DEUXIEME PARTIE

- LA FLORE -

CHAPITRE I

- RELEVE FLORISTIQUE -

A - PHANEROGAMES

La flore lorraine et tout particulièrement la flore halophile a inspiré les recherches de plusieurs botanistes, notamment GODRON (1883), KIRSCHLEGER (1858), BARBICHE (1880) et PETITMENGIN (1908). Les ouvrages les plus importants sont certainement la mise au point de C. BRUNOTTE qui donne en 1896 un catalogue des espèces halophiles de la Lorraine, et l'étude toute récente de J. DUVIGNEAUD (1967) dans laquelle l'analyse floristique est particulièrement fouillée.

Dans la liste suivante sont groupées les espèces trouvées dans ces stations salées si caractéristiques de la vallée de la Seille. En raison de la superficie relativement réduite occupée par des prairies halophiles, nous n'indiquerons pas les localités où les plantes ont été trouvées.

Les espèces sont classées ci-dessous en halophytes stricts, espèces préférantes et enfin espèces indifférentes, bien qu'il soit parfois difficile de séparer les préférantes des indifférentes. Bien entendu, cette classification ne sera valable que pour la dition considérée. Elle a été établie sur la base de nos observations et n'englobe pas les espèces répertoriées dans les buttes à Centaurea et qui ne présentent pas de caractères d'halophilie (voir ci-dessous).

1 - Halophytes stricts

On classe sous cette rubrique les espèces qui ne se développent que sur les terrain chlorurés ; on trouve dans ce groupe :

. Salicornia ramosissima Woods T Cosm.

Connue sous le nom de Passepierre, c'est la plante la plus caractéristique des terrains salés. Elle était appelée autrefois Salicornia herbacea L. var Emerici Duv. Jouve.

. Atriplex hastata L. var oppositifolia T Euras.

. Spergularia salina J et C Presl var urbica Lefl T Cosm.

. Cerastium anomalum W et Kit — T — Medit.
Parfois très abondante dans la jonçaie à Juncus gerardi.

. Ranunculus baudoti Godron — H — Atl.

. Bupleurum tenuissimum L. — T — Eur.
Signalé pour la première fois par Kapp en 1962 à Lezey (Salines de Salées-Eaux).

. Samolus valerandi L. — H — Cosm.
Rare dans la région.
Signalons ici que Glaux maritima L. citée en 1858 par Kirschleger comme exceptionnelle n'a été retrouvée ni par Brunotte ni par nous. D'ailleurs, Godron ne la signale pas dans sa flore de Lorraine (1861). Elle est vraisemblablement absente dans la région.

. Aster tripolium L. — H — Euras.
Cette espèce n'est représentée en Lorraine que par des plantes à capitules munis de fleurons violacés. La variété discoidea dépourvue de fleurs ligulées est absente. Nous avons vérifié le nombre chromosomique : $2n = 18$.

. Triglochin maritima L. — H — Circumbor.

. Ruppia maritima L = Ruppia rostellata Koch — H — Cosm.

. Glyceria distans Wahlb = Puccinellia distans Parl. — H — Cosm.

. Juncus gerardi Lois. — G — Circumbor.

2 - Espèces préférantes

Ces espèces que l'on rencontre communément en Lorraine deviennent particulièrement abondantes dans les prairies halophiles où elles semblent trouver les conditions les plus favorables à leur développement. On trouve parmi celles-ci :

. Ranunculus trichophyllus Chaix — H — Eur.
Elle peut supporter des salures considérables et forme souvent des peuplements très denses dans les mares permanentes ou semi-permanentes.

. Myosurus minimus L. — T — Circumbor.
Cette espèce peut se trouver avec la Salicorne dans des endroits très salés.

. Althaea officinalis L. — Ch — Euras.
Cette espèce, qui n'est pas rare ailleurs, forme, surtout dans le pré de Lagrange Fouquet, de magnifiques peuplements.

. Lotus tenuis Waldst et Kit	H	Eur.
. Plantago major L ssp. intermedia Rouy	H	Euras.
. Zannichellia palustris L. var pedicellata Fr. Wahlenb et Rosen	H	Subcosm.
. Agrostis stolonifera L.	H	Circumbor.
. Alopecurus geniculatus L.	H	Subcosm.

Parfois très abondant dans les petites dépressions plus humides de la jonçaie à juncus gerardi ou en ceinture autour des mares.

. Scirpus maritimus L.	G	Cosm.
. Scirpus tabernaemontani CC Gmel	G	Euras.
. Carex otrubae Podp. var subcontigua (Kükenth) de Langhe et Duvign (1966)	H	Paléo-temp.

3 - Espèces indifférentes

Celles-ci constituent le groupe le plus important. Il s'agit d'espèces normalement distribuées dans des stations non salées, mais qui peuvent éventuellement s'accomoder aussi de sol halomorphes.

. Rumex conglomeratus Murr.	H	Subcosm.
. Rumex crispus L.	H	Subcosm.
. Rumex hydrolapathum Huds.	H	Eur.
. Polygonum aviculare L.	H	Cosm.
. Ranunculus sardous Crantz	H	Eur.
. Ranunculus sceleratus L.	H	Paleo-temp.
. Trifolium repens L.	H	Circumbor.
. Trifolium fragiferum L.	H	Euras.
. Potentilla anserina L.	H	Cosm.
. Potentilla reptans L.	H	Cosm.
. Epilobium tetragonum L.	H	Eur.
. Helosciadium nodiflorum Koch	H	Subtl.
. Convolvulus sepium L.	T	Cosm.
. Leontodon autumnalis L.	H	Euro-sib.
. Thrincia hirta Roth	H	Eur.
. Taraxacum officinale Weber ssp palustre D.C	H	Euras.
. Pulicaria dysenterica Gaertn	H	Eur-médit.
. Bellis perennis L.	H	Euras.
. Phragmites Communis Trin.	G	Cosm.

. Agropyrum repens (L) P.B.	H	Circumbor.
. Festuca arundinacea Schreb.	H	Paleo-temps
. Hordeum secalinum Schreb.	H	Medit. Atl.
. Poa pratensis L.	H	Circumbor.
. Poa trivialis L.	H	Euras.
. Bromus mollis L.	H	Cosm.
. Carex distans L.	H	Circumbor.

Nous n'avons cependant pas observé certaines espèces signalées par Brunotte telles que :

. Apium graveolens L.
. Chenopodium rubrum L.
. Chenopodium urbicum L.
. Lemna gibba L.
. Centaurium pulchellum (Swartz) Druce
. Lepidium ruderale L.

Triglochin palustre L. a été rencontré par Brunotte (1896) dans cette région mais, malgré nos recherches, nous n'avons pu le retrouver.

B - CRYPTOGAMES

Par manque de compétance en la matière, nous n'avons déterminé ni les Algues ni les Bryophytes.

Un relevé de la flore algale de ces sites a cependant déjà été effectué (Gomont 1908) : les espèces les plus caractéristiques étant :

Microcoleus chtonoplastes Thuret
Lyngbia aestuarii Liebm
(Ces deux Cyanophycées caractérisent d'ailleurs l'Alliance du Salicornon fruticosae sur les côtes de la Méditerranée).
Enteromorpha intestinalis Link
Enteromorpha salina Kütz
Enteromorpha prolifera J. Agardh
Vaucheria sp (dont diverses espèces couvrent les vases fortement salées).

Parmi les Bryophytes, Gomont a récolté :

Pottia Heimii Br. E. CC. qui vit sur les vases salées et se rencontre aussi sur le littoral.
Phascum cuspidatum Schreb var. piliferum Br. E.

Bryum caespititium L.
Bryum argenteum L.
Brachythecium mildeanum (Schimp) Milde
Bryum pendulum Hornsch. sur les parties les plus sèches.

Enfin, nous avons trouvé dans les eaux très riches en chlorures : Chara vulgaris (souvent mélés à Zannichellia).

Tout récemment, J.F. Pierre (1965, 1966) a étudié la composition floristique et l'écologie des algues des eaux saumâtres de la Lorraine.

CHAPITRE II

- ANALYSE DE LA FLORE -

A - SPECTRE BIOLOGIQUE GLOBAL (au sens de Raunkiaer)

Le spectre biologique global établi suivant la classification de Raunkiaer nous montre que parmi toutes les espèces citées, les hémicryptophytes l'emportent très nettement avec 76 %. Viennent ensuite les Thérophytes avec 13 %, puis les Géophytes avec 9 %, enfin les Chaméphytes avec 2 %.

Si l'on établit les mêmes pourcentages pour les halophytes stricts, les Thérophytes deviennent presque aussi abondants (42 %) que les Hémicryptophytes (50 %). Les Géophytes gardent sensiblement la même valeur (8 %) mais les Chamaephytes sont éliminés.

Ce phénomène est d'ailleurs bien connu : dès que les conditions de milieu deviennent défavorables, on voit augmenter le nombre des Thérophytes.

Il convient de rappeler ici que le spectre purement floristique, ne permet pas de représenter de façon significative l' allure d'une végétation. Il ne tient compte en effet que de la présence qualitative des taxons qui la constituent et non pas de leur importance quantitative ; or seule celle-ci détermine vraiment l'allure d'un recouvrement.

Ce fait a été mis en évidence tout récemment par Emberger (1966) qui propose de tenir compte du facteur quantitatif pour établir des spectres plus conformes à la réalité phénoménologique. Bien entendu de tels spectres n'auront de valeur que dans le cadre de groupements phytosociologiquement homogènes, dont ils donneront une véritable coupe, strate par strate.

Pour nos groupements halophiles floristiquement pauvres et réduits à une simple strate herbacée, l'établissement de ces spectres, groupement par groupement, serait peu significatif.

B - SPECTRE CHOROLOGIQUE GLOBAL

Le spectre chorologique des espèces citées, les plus abondantes dans les sites halophiles de Lorraine, s'établit ainsi :

Cosmopolites - subcosmopolites	:	30 %
Eurasiatique - Eurosibériennes	:	22 %
Circumboréales	:	17 %
Européennes	:	17 %
Atlantiques - subatlantiques	:	4 %
Paléo-tempérées	:	6 %
Euro-méditérranéennes	:	4 %

Ces valeurs correspondent approximativement aux pourcentages indiqués par Corillion pour les halophytes des Sources salées d'Auvergne (Corillion 1953).

On constate que le fond de la flore est formé par des espèces cosmopolites, subcosmopolites ou circumboréales qui en constituent à elles seules près de la moitié. Vient ensuite un fort contingent d'espèces eurasiatiques. Mais le caractère le plus frappant reste l'élimination presque complète des espèces atlantiques. Cette remarque avait déjà été faite par Corillion à propos de la flore des terrains salés d'Auvergne et par Guinier (1931) qui écrit à propos de la flore lorraine : « "La situation géographique de Nancy, le caractère continental du climat, expliquent assez aisément l'absence d'éléments atlantiques et la fréquence des éléments de l'Europe Centrale et Orientale" ».

Il en résulte donc que la flore de Lorraine est caractérisée par un fort appauvrissement en espèces, si on la compare au littoral des trois mers. En effet ici les Spartines, si communes sur les côtes de la Manche, sont absentes. On ne trouve pas non plus Glyceria maritima (Huds.) Wahlb., Limonium vulgare Miller, Cochlearia anglica L., Armeria maritima Willd, Sagina maritima G. Don pour ne citer que les espèces les plus marquantes qui ont un caractère d'atlanticité. Les Chénopodiacées ne sont représentées en Lorraine que par deux espèces : Atriplex hastata L. et Salicornia ramosissima Woods alors que les côtes en sont abondamment pourvues (Beta maritima L., Obione pedunculata (L) Moq., Obione portulacoides (L) Moq., Atriplex babingtonii Woods, Atriplex littoralis L., Atriplex arenaria Woods, Atriplex halimus L., Arthrocnemum macrostachyum (Meric.) Moris, Suaeda maritima (L.) Dumort, Suaeda fruticosa (L.) Forsk, Salsola Kali L., Salsola soda L., Salicornia prostrata. Pall, Salicornia appressa Dumort, Salicornia perennis Mill, Salicornia fruticosa L.)Le climat continental marqué par des hivers rigoureux est manifestement la cause première qui a empêché l'implantation de ces espèces.

Certains halophytes de distribution plus vastescomme Glaux maritima L., Agrostis maritima Lamk, Spergularia marginata Kittel ou même

Plantago maritima L. présents dans la flore d'Auvergne (Chartrain 1949) pourraient très certainement faire leur apparition en Lorraine. Il en est de même pour Suaeda maritima (L.) Dumort ou d'autres espèces eurasiatiques comme Blysmus rufus (Huds) Link, Scorzonera parviflora Jacq., Artemisia maritima L., Carex secalina Wahlenb qui se trouvent dans les stations salées de l'Allemagne (Wendelberger 1950). L'introduction de ces espèces n'est cependant possible que si elles ont à leur disposition un moyen de dispersion efficace.

C - ORIGINE DE LA FLORE HALOPHILE

1 - Hypothèse de l' «acclimatation»

La question de l'origine des espèces halophiles de Lorraine à depuis longtemps déjà préoccupé bien des naturalistes. C'est Florentin le premier qui, en 1899 étudie, du point de vue zoologique, l'origine des êtres qui peuplent les lacs salés intérieurs. Ses études l'amènent à rejeter l'hypothèse d'un transport depuis les rivages de la mer par des migrations passives. L'existence de formes d'Infusoires spéciales aux mares salées lui fait conclure que certaines espèces d'eau douce se sont peu à peu "acclimatées" en subissant des variations morphologiques. (Cas de certaines Infusoires, des Epinoches).

L'hypothèse de l'acclimatation formulée à une époque où les phénomènes fondamentaux de mutation, d'hybridation et de sélection étaient encore ignorés, n'est évidemment pas valable. Mais elle permet d'expliquer la forme particulière que prennent certaines ubiquistes dans les terrains légèrement salés. Dans le compte-rendu de l'excursion de la Société botanique de 1905 se trouvent ainsi mentionnées :

. Atriplex hastata L. var. salina Wallr
. Chenopodium rubrum L. var. salinum Godr.
. Hordeum secalinum Schreb var. marinum Koch
. Bellis perennis forme caulescente à petites fleurs dont le port se rapproche de Bellis annua.

Wendelberger (1950) donne une longue liste de formes et variétés propres aux terrains salées.

. Polygonum aviculare L. var. littorale Koch f. salinum Boll.
. Plantago major L. ssp. intermedia Rouy
. Leontodon autumnalis L. var. vulgaris Neilr f. littoralis Christiansen.
. Centaurea jacea L. f. salina Hay
. Festuca pseudovina Hack f. salina Kern. etc ...

Il est difficile de se prononcer sur la valeur systématique de telles variétés qui sont parfois caractéristiques ou différentielles d'Associations végétales, mais il est probable que ce sont de simples accomodats dus au au milieu salé. Seule l'expérimentation pourrait l'affirmer mettant en évidence d'éventuels écotypes. Il est possible d'ailleurs que la flore halophile lorraine, relativement isolée géographiquement, ait pu évoluer pour son propre compte, ce phénomène d'insularité provoquant alors l'apparition de varités nouvelles.

2 - Hypothèse des Reliques triasiques

Les halophytes seraient selon cette hypothèse les derniers vestiges de populations bien plus développées lorsque ces régions étaient littorales. Cette hypothèse est cependant bien difficile à admettre, car des accidents géologiques et climatiques considérables, en particulier les glaciations sont intervenues depuis ces époques, perturbant sans doute profondément les équilibres antérieurs.

3 - Hypothèse de l'apport accidentel

C'est certainement l'hypothèse la plus logique et la plus vraisemblable. Ces espèces, qui existent toutes sur les rivages marins, auraient été transportées à l'état de graines et se seraient implantées sur un substratum favorable, où la concurrence végétale était inexistante. Reste à déterminer leurs moyens de diffusion.

« " Pour expliquer le transport de ces espèces de la région littorale à ces terrains salés continentaux, tous les moyens connus de dissémination des espèces animales ou végétales entrent en jeu. Mais les oiseaux littoraux, qui l'hiver visitent assidument les grands étangs de Lorraine, comptent certainement parmi les principaux agents de transport " » (R. Lienhart. 1931). En effet, à plusieurs reprises et surtout en automne et au printemps, il nous a été possible d'observer le passage à Lezey (Anciennes Salines) de plusieurs milliers de Vanneaux huppés (Vanellus vanellus). D'ailleurs dans presque toutes les stations quelques couples sont sédentaires et nidifient. On y voit également des bandes de Canards sauvages et des Hérons. Cette région semble donc être une étape sur les grandes voies de migration, qui depuis les rivages Nord-Est de l'Europe, mènent les oiseaux vers l'Afrique.

Il n'est pas non plus interdit de penser que le vent a dû lui aussi jouer un rôle dans l'implantation des espèces anémochores comme Aster tripolium ; on sait que les graines de certaines Composées peuvent parcourir des distances considérables à haute altitude.

Si cette hypothèse est exacte, on doit admettre que ces mares salées continueront à s'enrichir en nouvelles espèces au cours des temps (Lienhart. 1931).

TROISIEME PARTIE

- LA VEGETATION ET L'ECOLOGIE DES GROUPEMENTS -

INTRODUCTION

Nous examinons dans cette partie qui constitue l'essentiel de notre étude divers groupements naturels, classés en fonction des conditions écologiques.

Le groupement à Salicornes constitue une entête tout à fait caractéristique, fortement halophile et moyennement hygrophile.

Seront présentés ensuite les groupements très hygrophiles soit, successivement et par halophilie décroissante les groupements à Triglochin, à Glyceria, à Scirpus et à Phragmites.

Une troisième série de groupements correspond aux parties les plus sèches des sites halophiles, soit, toujours par halophilie décroissante les groupements à Juncus, à Agropyrum, à Althea et à Centaurea.

Enfin, les groupements aquatiques feront l'objet du quatrième et dernier chapitre de cette troisième partie.

Relevés n° 1 - Groupement à Salicornia ramosissima.

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surface en m^2	4	1	1	1	1	1	9	9	4
Recouvrement en %	50	40	40	75	60	60	95	70	70
Hauteur végétation en cm	3	5	5	5-10	5-10	5-15	5-15	5	10
Stations	Le B_1	Ma_2	Ma_2	L.F_1	Le A_4	Le A_4	L.F_1	Le B_1	Le B_1
Salicornia ramosissima	3-1	2-1	4-1	5-1	2-1	2-1	5-5	5-5	3-5
Spergularia salina	+-1	+	+	+	1-1	+-1			+-1
Glyceria distans	+-1	+°	1°-1	+°	2°-2	1°-2	1°-1	+°-1	2-2
Aster tripolium					+-1	+-1	+-1		
Triglochin maritima								+	
Atriplex hastata			+°	+°					

CHAPITRE I

GROUPEMENTS FORTEMENT HALOPHILES ET MOYENNEMENT HYGROPHILES :

- GROUPEMENTS A SALICORNIA RAMOSISSIMA (WOODS) -

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (relevés n° 1)

Dans ses stations typiques, ce groupement est bien caractérisé par la présence de *Salicornia ramosissima* Woods accompagnée par un cortège peu abondant d'espèces halophiles ou du moins très tolérantes aux chlorures.

On y rencontre toujours, poussant avec une bonne vitalité :

- Salicornia ramosissima qui trouve ici son optimum de végétation,
- Spergularia salina var urbica en général beaucoup moins abondante ; mais elle peut parfois devenir très dense en bordure du groupement et l'emporter sur la Salicorne.

Puis viennent ensuite avec une vitalité beaucoup plus réduite :

- Glyceria distans qui végète sous forme de petites touffes clairsemées. Elle ne trouve pas là les conditions optima de développement et se maintient à grand peine sur un substrat qui, manifestement, ne lui convient pas.
- Aster tripolium L. qui, plus rare que l'espèce précédente se présente durant la plus grande partie de l'année, sous forme de rosettes éparses. L'Aster fleurit tard dans la saison et les touffes sont plus rabougries que celles qui prospèrent dans les groupements voisins.
- Triglochin maritima L. dont quelques rares pieds isolés végètent surtout à la lisière du groupement où leur présence parait accidentelle.
- Atriplex hastata L. var oppositifolia qui ne se manifeste ici que par quelques plantules mal venues n'atteignant jamais l'état adulte.

B - STRUCTURE

C'est un groupement unistrate, essentiellement formé par les deux thérophytes qui lui donnent sa physionomie très particulière. Toujours ouvert, il ne recouvre que 30 à 60 % de la surface du sol. On peut toutefois rencontrer, sur de petites surfaces, surtout au moment de la grande croissance de la fin du printemps, des populations pratiquement pures de Salicorne, avec un recouvrement avoisinant 90 %.

C - LOCALISATION

Ces groupements ne recouvrent jamais de grandes surfaces, et ne dépassent guère quelques dizaines, voire quelques centaines de m2. Ils se rencontrent dans les parties basses des vallées, près du lit de la Seille ou d'un petit affluent, plus rarement au milieu d'une prairie occupée par Glyceria distans ou Juncus gerardi. Ils occupent souvent les dépressions humides où le sol présente une forte salure due à la remontée de la saumure profonde.

Plus rarement, et dans des localités bien précises (Anciennes Salines de Lezey, Marsal) on note l'existence de surfaces légèrement bombées complétement dépourvues de végétation mais bordées par une frange de salicornes. La teneur en chlorures y est toujours très élevée, tant pour la nappe que pour le sol, et aucune plante ne peut s'y développer. Au printemps cependant, après des pluies persistantes, on peut y voir quelques germinations éparses de salicorne, mais les plantules ne peuvent s'y maintenir bien longtemps et une courte période de sécheresse les fait disparaître complétement.

D - PHYSIONOMIE

Ces groupements se reconnaissent aisément à la teinte rougeâtre que prend la salicorne tout au long de l'année et qui tranche nettement sur le vert clair de la végétation environnante. Au cours de l'hiver, on n'observe dans ces stations, généralement inondées, que les restes desséchés des individus de l'année précédente. Puis, au mois de mars, apparaissent les premières germinations de salicorne. La microtopographie joue un rôle très important dans la dissémination des graines et donc dans la localisation des jeunes plantules : en effet, les eaux de pluies entrainent un grand nombre de graines dans les petites dépressions (empreintes d'animaux par exemple) où les jeunes individus sont abondants et très serrés, alors qu'ils sont épars ou même absents sur les petits monticules ou protubérances qui parsèment le sol.

Au moment de la germination, le terrain n'est plus inondé mais reste encore très boueux, et souvent recouvert d'une croûte d'Algues. Il restera d'ailleurs très humide une bonne partie de l'année, sauf pendant les fortes chaleurs de l'été où se forme une croûte dure, qui ne tarde pas à se craqueler de nombreuses fentes de retrait. A la fin de l'été et au début de l'automne, la salicorne prend une teinte plus rouge ; c'est alors qu'elle fructifie. Puis les premières gelées lui sont fatales et elle ne persiste plus que sous la forme de pieds desséchés.

Spergularia salina Presl., var urbica Lefl. est toujours présente bien que généralement moins abondante. Elle évolue parallélement à la salicorne mais fleurit et fructifie depuis le printemps jusqu'à la fin de l'automne de sorte que, sur les mêmes touffes, on trouve à la fois des fleurs et des fruits.

Aster Tripolium. L. fleurit tardivement de même que les touffes de Glyceria distans qui prennent une teinte plus rougeâtre à la fin de leur cycle de développement.

La physionomie de ce groupement est assez uniforme. On peut cependant noter, au moment des germinations, un aspect de printemps avec un recouvrement si faible que, pour un observateur superficiel, le sol peut apparaître complétement nu. Ce groupement un fois bien développé gardera jusqu'à la fin de l'année son aspect caractéristique dû au faible recouvrement du sol, à l'absence de litière, à la teinte rouge de la salicorne et aux petites touffes fleuries de spergulaire. Puis l'hiver venant, il ne restera plus que quelques pieds de Glyceria et d'Aster dans les restes desséchés de la salicorne.

E - ECOLOGIE

1 - Conditions générales

En considérant le régime hydrique et la nature du sol, il est possible de distinguer deux types de stations :

- Le premier type présente un sol lourd et très compact ; il faut cependant, surtout en période humide, s'avancer avec prudence en certains endroits qui paraissent fermes mais peuvent, tout-à-coup, se dérober sous les pas. Un choc, même peu violent, provoque des vibrations perceptibles jusqu'à une dizaine de mètres autour du point d'impact ; enfin, il est très facile d'enfoncer, sans outil, un pieu jusqu'à 1,50 m ou 2 m de profondeur. Bref, on a l'impression de se trouver sur un sol mouvant. La nappe salée est toujours voisine de la surface et les variations saisonnières de niveau sont insignifiantes. Ces sols, de couleur généralement noire en surface, sont constamment imbibés d'eau salée. Nous avons étudié deux stations correspondant à ce type dans :

  - Le "salé" de Lagrange-Fouquet.
  - Les anciens fossés de Marsal.

- Le deuxième type, représenté par les stations autour du village de Lezey, est un peu différent.

Le sol est plus ferme et il est beaucoup plus difficile d'y forer un trou car la pénétrabilité est faible, surtout pendant l'été. D'autre part, le niveau de la nappe salée subit des variations saisonnières importantes. Ces sols de couleur générale brune, bien que compacts, sont plus sableux, ils paraissent mieux structurés et nettement plus secs que ceux du type précédent.

Ici encore, nous étudions deux stations caractéristiques :

- Aux Anciennes Salines
- Près du village aux Petites Salées-Eaux

Toutes ces stations ont été décrites au chapitre II de la première partie de ce travail.

2 - Premier type stationnel

Nos observations portent :

- A Lagrange-Fouquet, sur une petite dépression avec de la salicorne bien développée (LFI) (Figure 6).
- A Marsal, sur un endroit dépourvu de végétation (Ma 1) (Figure 7) mais entourée d'une frange de salicorne (Ma 2) (Figure 8).

a - *Régime hydrique*

1 - Niveau de la nappe

- A Lagrange-Fouquet, les variations de la nappe au cours de l'année sont pratiquement nulles : dans les tubes piézométriques, le niveau du plan d'eau avoisine la surface du sol, ou ne se trouve qu'à quelques centimètres au-dessous.
- A Marsal la nappe se comporte de la même manière avec un fléchissement à peine perceptible en été. Dans les endroits dépourvus de toute végétation, on constate même que l'eau de la nappe a tendance à sourdre, et il arrive qu'après un forage elle jaillisse avec une certaine force pour aller imbiber et stériliser les terrains avoisinants : il se produit ainsi une certaine extension du salant. Nous avons pu assister à ce phénomène : la saumure profonde ayant coulé doucement a détruit progressivement la frange de salicorne, qui a vu la salure de son sol augmenter régulièrement et continuellement (Ma 2). D'ailleurs, la salure des deux lieux de prélèvement de Marsal (Ma 1 et Ma 2) est telle, qu'elle n'a pu être reproduite graphiquement qu'en modifiant l'échelle des ordonnées.

2 - Salure de la nappe

La salure de la nappe, exprimée en Cl % est à peu près constante tout au long de l'année : 2,5 g à Lagrange-Fouquet ; 2 g à 4,5 g à Marsal

Figure 6 - Lagrange-Fouquet (LF 1) Salicorne

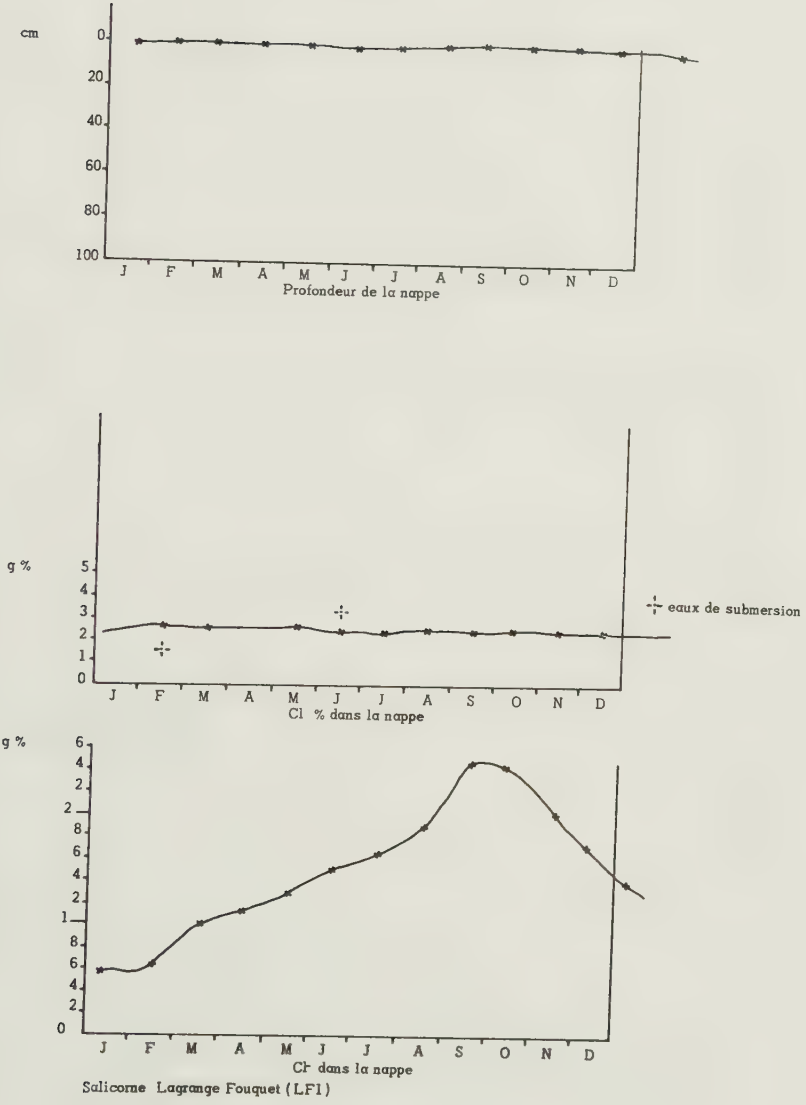
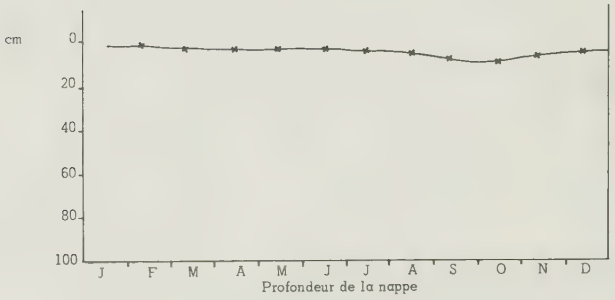
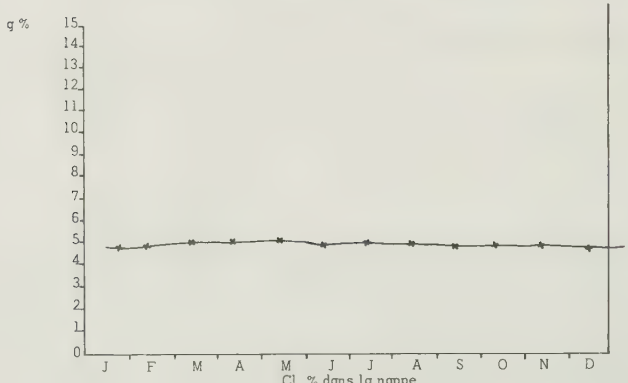


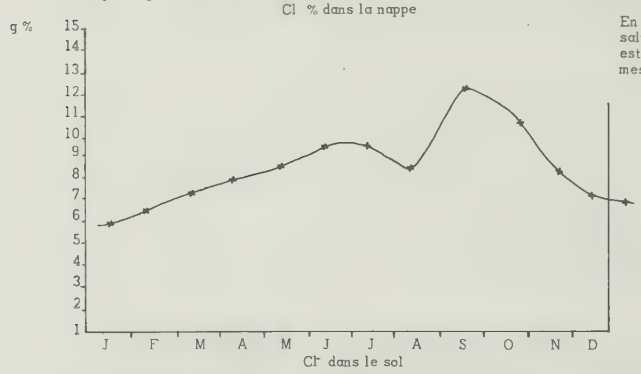
Figure 7 - Marsal (Ma 1) Endroit nu



Profondeur de la nappe



Cl % dans la nappe

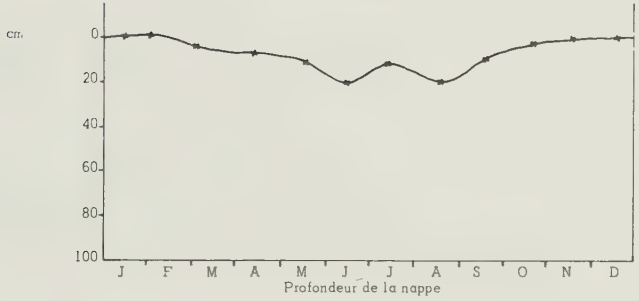


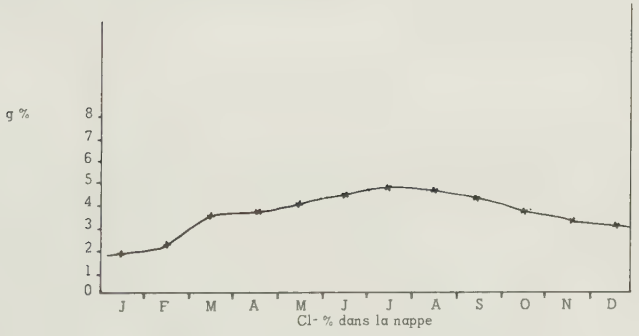
Cl⁻ dans le sol

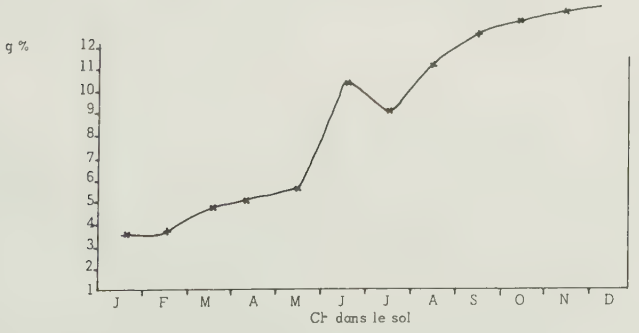
En raison de la forte salure du sol l'échelle est ici divisée en grammes

Endroit nu Marsal (Mal)

Figure 8 - Marsal (Ma 2) Salicorne







En raison de la forte salure du sol l'échelle est ici divisée en grammes

Marsac Salicorne (Ma2)

sous la salicorne (Ma 2) et 5 g durant toute l'année sous l'endroit nu (Ma 1) : dans cette dernière station la nappe très salée et toujours en surface empêche toute végétation.

Son pH est voisin de la neutralité (6,9 à 7,3).

3 - Salure des eaux de submersion

Lorsque la topographie le permet et vu l'imperméabilité presque totale de leur sol, les stations à salicorne collectent les eaux de pluie. Ces eaux, ayant d'abord lessivé les terrains avoisinants et s'étant sans doute plus ou moins mélangées à la nappe superficielle se concentrent par évaporation en été de sorte que leur teneur en sel dépasse celle de la nappe sous-jacente (3,19 g en juin contre 2,55 pour la nappe, à Lagrange-Fouquet). Par contre, en hiver, la faible évaporation jointe aux fortes précipitations entraîne au contraire une diminution de la salure des eaux de surface (1,59 g en février contre 2,55 pour la nappe, à Lagrange-Fouquet).

Leur pH est toujours alcalin et supérieur à 8. Ce phénomène est bien connu : en présence d'eau douce, l'argile s'hydrolyse et il y a libération de CO_3Na_2 qui fait monter le pH. La structure du sol est détruite et le substrat devient totalement imperméable.

b - *Le sol*

1 - Description

Une coupe pratiquée dans une zone dépourvue de végétation, à Marsal, montre, sous quelques millimètres d'une couche grise en surface et noire en profondeur, un premier horizon, épais de 3 à 4 cm, de teinte bleue et de structure à tendance lamellaire ; vient ensuite un second horizon brun, mieux structure de 5 à 10 cm d'épaisseur reposant sur un socle gris bleu, strié de vase noire et de consistance plastique. Il atteint très certainement une profondeur considérable. On peut cependant y voir de nombreux restes semi-fossiles de rhizomes de Phragmite, ce qui semble prouver une occupation très ancienne par des roselières. Lors de l'ouverture d'une tranchée, il se dégage une forte odeur de méthane et le trou ne tarde pas à se remplir d'eau.

Lorsque le sol est occupé par la salicorne, le premier horizon bleu est bien structuré par les racines. La couche brune a une microstructure polyédrique et une macrostructure grenue. Elle présente en outre de nombreuses taches d'oxyde de fer. Vient ensuite le socle gris bleu très compact, plastique, sans structure apparante, identique au cas précédent.

Les phénomènes d'hydromorphie sont donc accusés dès les premiers centimètres et ces sols peuvent se classer dans les Gleys.

Les mesures de pH, effectuées dans les horizons superficiels montrent, tout au long de l'année, des valeurs proches de la neutralité (6,7 à 7,3).

2 - Salure du sol

Le caractère le plus important de ces sols est sans aucun doute la dynamique de leur salure qui se manifeste par une élévation constante de Cl pendant une bonne partie de l'année, notamment au printemps et en été, la chute du taux de chlore ne s'amorçant qu'à la fin de l'automne.

Il est certain que les précipitations de la fin de l'hiver, de l'automne, étant donné l'imperméabilité presque totale du substrat jointe à la présence toute proche de la nappe, ne peuvent lessiver et donc dessaler de façon profonde les premiers horizons. Tout au plus, après une période particulièrement pluvieuse, peut-on noter un fléchissement passager de la teneur du sol en sels, au moins dans les endroits bombés, c'est ce qui se passe à la station Ma 1 à la suite des très fortes pluies de juillet (64,4 mm) et d'août (95 mm). Par contre, à Ma 2, le phénomène d'extension du Salant masque ce fléchissement à partir du mois d'août date à laquelle il s'est produit. Mais la forte évaporation de la saison chaude amortit toujours rapidement le phénomène.

3 - Deuxième type stationnel

Nous étudierons plus particulièrement :

- Aux Anciennes Salines de Lezey

Un endroit bombé dépourvu de toute végétation mais entouré d'une frange de salicorne (Le A 1) (Figure 9).

Un petit pointement à salicorne de très faible étendue (Le A 4) (Figure 10).

- Près du village de Lezey, Petites Salées-Eaux, une vaste surface occupée par de la salicorne (Le B 1) (Figure 11).

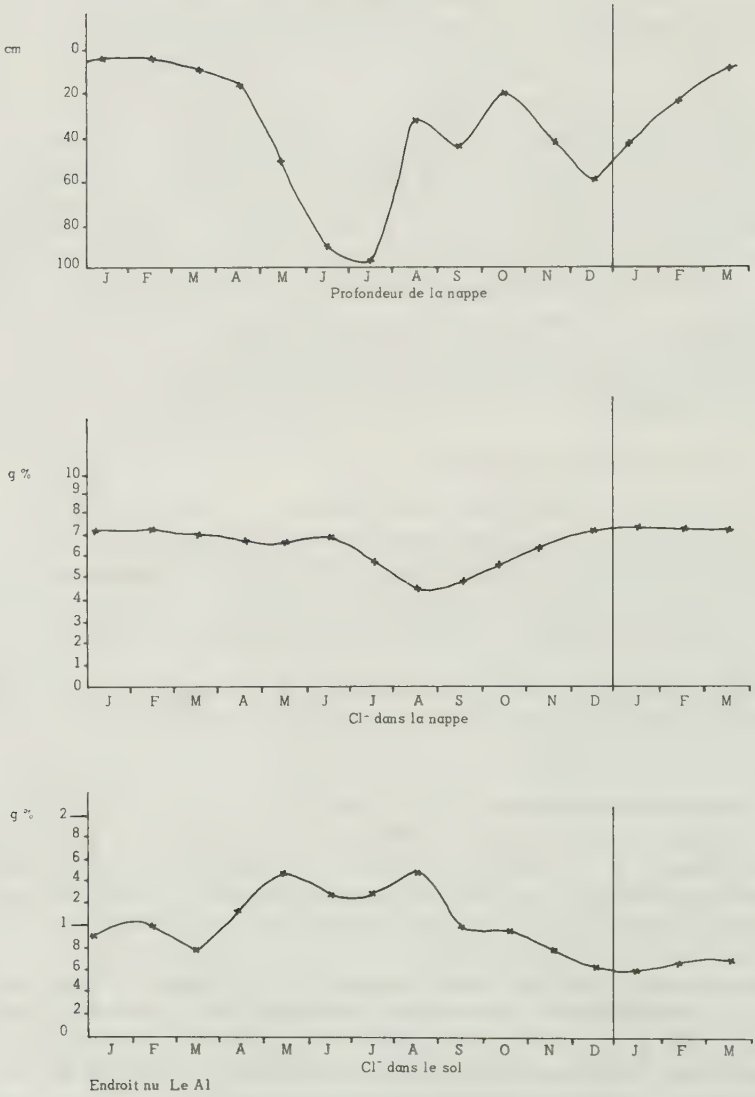
a - *Régime hydrique*

1 - Niveau de la nappe

Contrairement aux stations précédentes, les variations du plan de la nappe par rapport à la surface du sol peuvent être assez importantes au cours de l'année : dans nos observations l'amplitude atteignait 40 cm dans les relevés Le A 4 et Le B 1 et même 1 m dans le relevé Le A 1.

On constate, ce qui semble logique, que le niveau le plus bas est atteint pour les périodes où les précipitations sont les plus faibles (juin et septembre 1966 à la station Le A 4) et l'évaporation la plus forte. Par contre, en hiver, époque où la pluviométrie est élevée et l'évaporation faible, la nappe est toujours proche de la surface du sol.

Figure 9 - Anciennes Salines (Le A 1) Endroit nu



Endroit nu Le A1

Figure 10 - Anciennes Salines (Le A 4) Salicorne

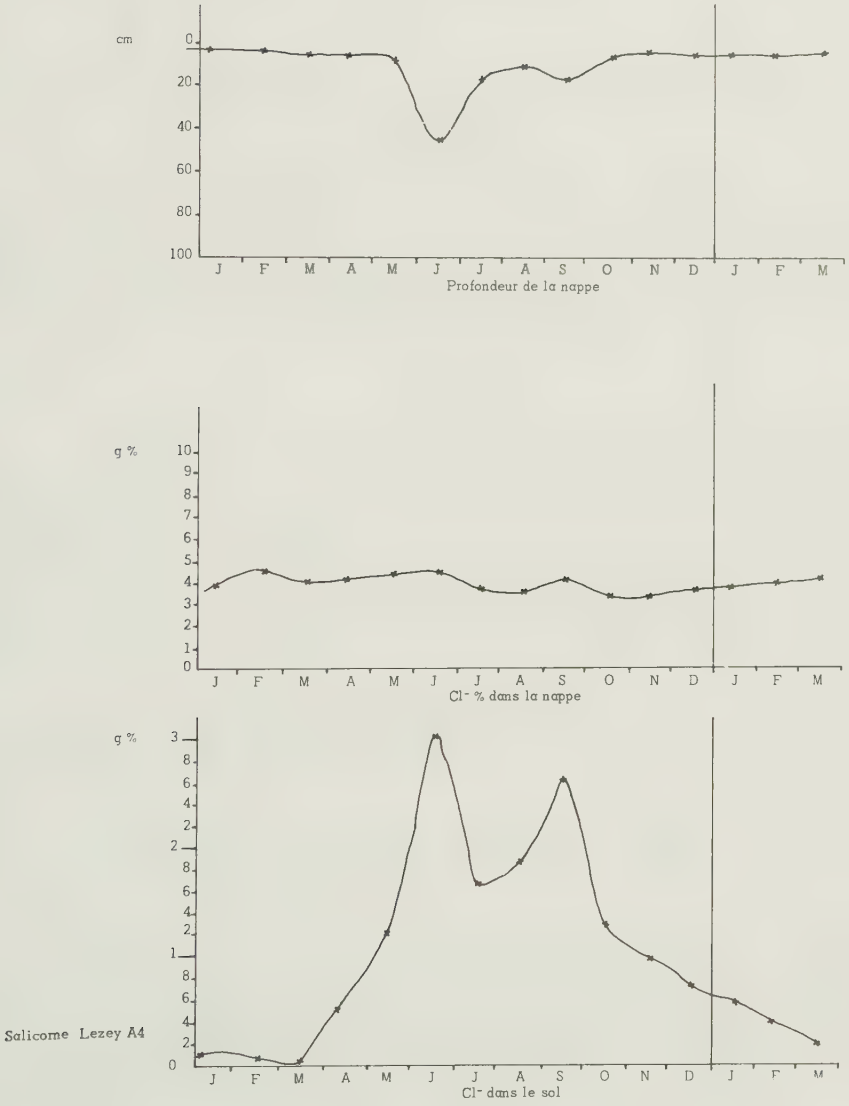
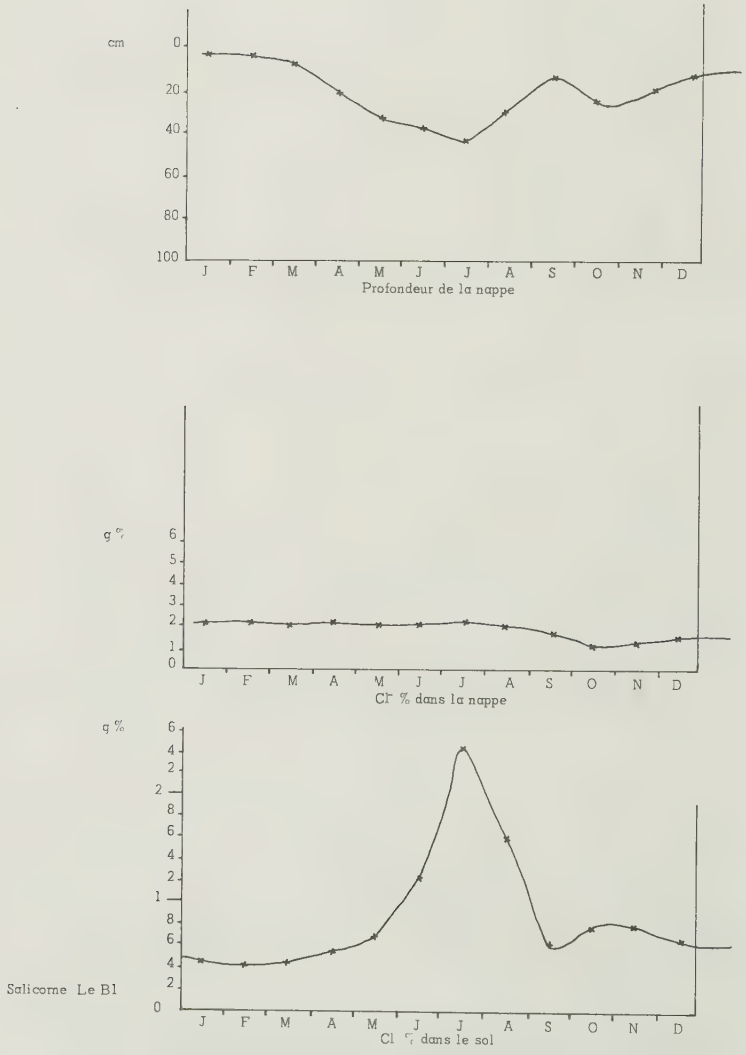


Figure 11 - Petites Salées-Eaux (Le B 1) Salicorne



2 - Salure de la nappe

La salure de la nappe, exprimée en Cl % reste constamment voisine de 2,3 g pour la grande station de salicorne (Le B 1) tandis que pour l'autre (Le A 4) elle oscille de 3,4 à 4,8 g. On peut donc dire que, sous la salicorne, il n'y a que quelques variations peu significatives.

Il n'en est pas de même dans les endroits nus (Le A 1) où la teneur en Cl^- de la saumure oscille de 4,66 g à 7,53 g, sans qu'il soit possible d'y voir une quelconque incidence de la pluviométrie.

3 - Salure des eaux de submersion

La relative imperméabilité de ces substrats peut permettre aux eaux de pluie de s'accumuler mais, à l'inverse, le drainage ou une très faible pente facilitent l'écoulement. De la sorte, les eaux de submersion évacuées plus rapidement présentent toujours une salure moindre que la nappe (en mai 1966, 1,29 g % contre 4,34 pour la nappe à Le B 4).

Leur pH est toujours nettement alcalin et varie de 7,8 à 9,3.

b - Le sol

1 - Description

Les plages sans végétation ont une consistance beaucoup plus ferme, et sont aussi beaucoup plus sèches que les terrains voisins (l'humidité en % variant de 18,4 à 29 contre 40 à 44 à côté). Ceci est dû à la fois à la topographie et à la nature même du sol, qui est beaucoup plus sableux. On peut noter la présence d'une première couche de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, brun noir, se détachant facilement d'un horizon plus brun, avec de nombreuses taches d'oxyde de fer, et présentant même une macrostructure grenue.

On retrouve ce même type de sol dans les stations à salicorne, mais les premiers horizons sont bien structurés par les racines.

2 - Salure du sol

- Teneur en chlorures

Le caractère important semble être la forte amplitude des variations en sels des premiers horizons.

Après les pluies d'hiver qui ont favorisé le dessalage (1965-1966), le taux de Cl augmente nettement jusqu'à la fin du printemps en même temps que la nappe baisse. De fortes pluies d'été peuvent alors délaver les premiers horizons, tandis que la nappe remonte, enfin le sol sèche pendant l'automne, généralement beau, et sa concentration en sels augmente à nouveau, pour diminuer ensuite au cours des derniers mois de l'année (Le B 1).

L'incidence des pluies sur la hauteur de la nappe, la salure du sol et, à un moindre degré, la salure de la nappe est donc nettement plus sensible que dans le premier type de station étudié.

(Exemple Lezey A 4 où les fortes pluies de juillet-août ont relevé le niveau de la nappe, fait baisser légèrement sa teneur en Cl^- et délavé très sensiblement les premiers horizons du sol).

Des prélèvements effectués en hiver et en été (Le A 1) à différents niveaux montrent que la salure diminue de la profondeur vers la surface ce qui différencie foncièrement ces sols des solontchaks décrits par Keller en Asie Centrale (1926). Il est bien compréhensible ici que les pluies dessalent ces sols en surface, alors que la remontée du sel venant des profondeurs est constante. Et le dessalage est d'autant plus important que l'évaporation des pluies est plus lente (donc l'hiver).

	HIVER (février 1964)	ETE (juillet 1966)
Surface	0,53	1,41
- 25 cms	1,29	1,46
- 50 cms	2,10	2,37

- Taux des bases échangeables

Enfin, le tableau 4 permet de comparer le taux des bases échangeables entre un endroit nu et une station de salicorne. Il est très significatif de constater que Na^+ diminue, alors que Ca^{++} augmente parallélement, ce qui permet une meilleure structuration du sol, d'où des conditions de vie moins défavorables.

Tableau n° 4 : Taux des bases échangeables

	Na^+		Ca^{++}	
	Milliequiv. %	%	Milliequiv. %	%
Sol nu (Lezey A 1)	22,52	55,78	5,31	13,10
Salicorne (Lezey A 4)	17,80	31,84	27,27	48,79

Les plages de sol nu se rapprocheraient donc du type Solonetz, tandis que dans une station à salicorne, on aurait un type voisin du sol à alcali.

Ici également, comme dans les cas précédents, le pH garde une valeur voisine de la neutralité. A noter toutefois qu'à la station Le B 1 (salicorne) on constate que le sol a tendance à devenir plus alcalin, le pH pouvant s'élever jusqu'à 7,9.

F - CONCLUSIONS

1- Caractères écologiques généraux

L'étude de ces différents facteurs montre que les stations à salicorne se caractérisent par des conditions écologiques très sévères.

- La nappe, présentant toujours une forte salure, reste proche de la surface et ne s'en éloigne que pour des temps très courts, toujours en été. Même dans ce cas, une très forte pluie la fait remonter rapidement.

- Les périodes de submersion peuvent durer longtemps en hiver. Elles sont aussi fréquentes en période de végétation (à la suite d'une forte pluie par exemple), mais leur durée est plus brève en raison de la forte évaporation qui s'exerce, en été, sur un substrat présentant une couverture végétale aussi peu fournie.

- Le sol, toujours très compact, présente, d'une façon générale, des teneurs en sels basses en hiver, plus élevées en été, période pendant laquelle on observe des variations de grande amplitude en relation avec les conditions météorologiques.

On peut donc, schématiquement, distinguer deux périodes nettement différentes :

- La période estivale où malgré des précipitations abondantes dans notre climat, ces stations ne restent pratiquement jamais submergées. Les températures moyennes élevées favorisent une évaporation intense, d'autant plus rapide que la couverture végétale est très faible. La salure augmente régulièrement dans ces sols, et, en période de sécheresse prolongée, on voit même apparaître en surface des efflorescences salines blanches.

- La période hivernale où les précipitations très abondantes, jointes à la faible évaporation, maintiennent ces sols presque constamment immergés, en même temps qu'elles lessivent les premiers horizons.

En résumé, ces stations se caractérisent essentiellement par leur hygrophilie et leur forte salure.

2 - La végétation

En prenant comme critères l'abondance et la vitalité, on peut considérer que Salicornia ramosissima et Spergularia salina var. urbica sont seules capables de coloniser des substrats aussi défavorables. Elles sont accompagnées par un cortège peu abondant d'espèces halo-hygrophiles ne présentant qu'une vitalité réduite.

Ces espèces ne pourront se développer de façon satisfaisante que dans les stations voisines moins halophiles.

L'installation de ce groupement pionnier se fait au printemps quand la concentration théorique du sol, c'est-à-dire le pourcentage de sels en fonction de l'humidité, est minimum (voir courbes). Il a été en effet démontré que c'est dans l'eau pure ou peu salée que le pourcentage de germinations chez la salicorne est le plus élevé, un excès de sel lui étant préjudiciable (Lemglois 1961).

Puis la concentration théorique augmentant progressivement en raison de l'évaporation plus intense, les salicornes bien développées arrivent à se maintenir, tandis que disparaissent les germinations attardées.

D'ailleurs, sur les surfaces dénudées on note toujours, au printemps, des germinations très clairsemées qui sont éliminées, soit parce que la concentration théorique est nettement trop élevée (c'est le cas de Marsal - station M 1) soit parce que la trop grande sécheresse du substrat, bien que la concentration théorique soit encore dans des limites accpetables, empêche un enracinement et un développement satisfaisant, (c'est le cas de Lezey - station Le A 1).

L'équilibre ainsi établi est cependant constamment menacé.

Une extension du salant, pour une raison ou pour une autre, détermine la disparition rapide de la salicorne, ce que nous avons pu constater à Marsal (Ma 2).

Une période de submersion trop prolongée lui est également fatale : nous avons pu assister à ce phénomène à Lezey (Le B 1) après que les fossés de drainage aient été obstrués par des travaux de terrassement : l'inondation prolongée qui en a résulté a provoqué la destruction prématurée dès septembre 1966 d'un assez vaste peuplement de salicornes.

Dès lors, on ne peut s'étonner que, dans une région aussi diverse et bien cultivée, seules de petites surfaces soient capables d'offrir cet ensemble particulier de conditions écologiques qui caractérisent ce groupement.

G - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

Dans la classification phytosociologique ces groupements se rangent dans la classe des Théro-Salicornietalia (R. Tx. 1954), l'ordre des Théro-Salicornietea (R. Tx. 1954) et l'alliance du Théro-Salicornion (Br. Bl. 1933, R. Tx. 1950).

La composition floristique et la physionomie des "peuplements de Salicornia ramosissima" décrit par Duvigneaud (1967) correspondent bien avec les nôtres. Cet auteur érige ce groupement au rang d'association nouvelle le "Salicornietum ramosissimae lotharingiense". Il justifie sa position par le fait que, d'une part, la salicorne n'est jamais associée, en Lorraine, à Sueda maritima comme dans les autres stations halophiles d'Europe occidendale et que, d'autre part, il est difficile de comparer entre eux les taxons de Salicornia en raison des divergences des conceptions taxinomiques de König et d'Aellen, par rapport à celles des auteurs britanniques de la Flora europea.

L'association nouvelle ainsi formée est à son tour subdivisée en quatre sous-associations (s. ass. typique ; s. ass. typique monospécifique ; s. ass. à Salicornia ramosissima var. vicensis ; s. ass. à Spergularia marina). La dernière fait la transition avec le groupement à Puccinellia distans, et représente donc une zone de lisière. Il en est de même de la s. ass. caractérisée par la variété vicensis, qui apparait en lisière des "suintements salés mouvants".

L'auteur rassemble sous cette dénomination des fractions de groupements à Salicorne, rendues continuellement humides par des suintements d'eau salée (par exemple à Lagrange-Fouquet). La Salicorne qui colonise ces stations appartiendrait à une variété nouvelle : Salicornia ramosissima, var vicensis, de sorte que l'auteur décrit une autre association lorraine "Salicornietum vicensis".

L'approche de Duvigneaud, telle que nous venons de la décrire pour cet exemple concret résume assez bien l'esprit plus spécifiquement phytosociologique dans lequel cet auteur aborde la question. Il nous est difficile de nous prononcer sur Salicornia ramosissima, var vicensis, que nous n'avons

jamais pu identifier taxinomiquement. Il n'est cependant pas illogique de penser que les milieux où affleure constamment la nappe phréatique, ce que nous avons mis en évidence à Lagrange-Fouquet précisément, aient pu sélectionner un écotype mieux adapté à cette hygrophilie constamment élevée, ce qui justifierait écologiquement l'association nouvelle décrite par Duvigneaud. En revanche, pulvériser une association en plusieurs sous-associations revient simplement à traduire en language phénoménologique, les variations, régulières ou non, des principaux facteurs édaphiques, lorsqu'on parcourt un groupement de son centre vers la périphérie. Nous nous sommes contentés, pour notre part, d'établir et de limiter nos groupements en fonction de valeurs écologiques moyennes, correspondant à divers points de prélévement effectués dans des végétations homogènes. Les lisières et les zones de transition ont été volontairement négligées car il est difficile d'admettre qu'elles constituent des entités homogènes.

En fait, nous n'attribuons une valeur significative à une association ou à une sous-association que dans la mesure où celle-ci reflète effectivement un ensemble de conditions écologiques bien déterminées.

CHAPITRE II

- GROUPEMENTS HYGROPHILES -

SECTION 1 - GROUPEMENTS A TRIGLOCHIN MARITIMA

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (relevés n° 2)

Triglochin maritima devient ici prépondérant ; il est toujours accompagné par Aster tripolium beaucoup moins abondant.

On note encore la présence de Scirpus maritimus, toujours rare et en individus isolés. Il ne forme jamais de peuplements denses.

Glyceria distans et Juncus gerardi, de même qu'Alopecurus geniculatus, peuvent s'y rencontrer en touffes isolées.

Enfin, Salicornia ramosissima est encore présente. Mais son abondance est très inconstante, et varie considérablement d'une année à l'autre.

B - STRUCTURE - LOCALISATION

Ces groupements se développent avec vigueur dans certains fossés ou dans de petites dépressions d'étendue réduite.

Triglochin maritima se présente alors sous forme de grosses touffes très vigoureuses en formation presque fermée. Le recouvrement peut exceptionnellement atteindre 90 %. Les autres espèces sont présentes, mais leur développement est toujours très faible par rapport au Triglochin.

Dans d'autres stations pratiquement analogues, les touffes de Triglochin sont plus clairsemées et le recouvrement avoisine 50 à 70 %.

Enfin, dans certaines dépressions moins humides, Triglochin maritima ne forme plus que des touffes de vitalité réduite et la Salicorne devient plus abondante, faisant alors la transition avec le groupement précédent.

Relevés n° 2 - Groupements à Triglochin maritima

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8
Surface en m^2	4	4	4	4	1	2	2	1
Recouvrement en %	50	100	100	50	70	95	95	80
Hauteur végétation en cm	30-50	30-50	30-50	30-50	25-50	50	50	25-50
Stations	Le B_8	Le B_8	Le B_8	Le B_8	L.F	L.F	L.F	L.F
Triglochin maritima	3-3	5-5	5-5	2-2	2-2	5-5	3-5	+-1
Aster tripolium	+-1	+-1	+-1	+-1	1-1	+-1	+-1	3-5
Scirpus maritimus	+-1			+				
Glyceria distans					1-2		1-2	+-1
Juncus gerardi					+	1-3	+	+
Alopecurus geniculatus							+-2	
Salicornia ramosissima	+	+	+	+	+			

C - PHYSIONOMIE

La floraison peu apparente de Triglochin la rend assez uniforme tout le long de l'année. Au début de l'automne cependant, elle est égayée par la floraison des Asters.

D - ECOLOGIE

Près du village de Lezey, nous avons suivi un peuplement très dense de Triglochin (Le B8, Figure 12) au fond d'un ancien fossé de drainage. Nos relevés portent aussi sur des stations identiques situées près des fermes de Lagrange-Fouquet et de Basse-Récourt.

1 - Régime hydrique

a - *Périodes de submersion*

Ces fossés à Triglochin sont remplis d'eau pendant la majeure partie de l'année, et ne sont pratiquement à sec que pendant l'été (juin-juillet-août). Encore faut-il signaler que des précipitations importantes (orage violent - pluies persistantes pendant plusieurs jours) peuvent les remplir temporairement. La nappe affleure toujours la surface.

Pendant l'automne et l'hiver, ils sont constamment noyés sous 10 à 30 cm d'eau.

b - *Salure des eaux de submersion*

Elle est sujette à des variations assez importantes mais présente une teneur en sels relativement élevée : très basse en janvier (0,1 g Cl %) elle atteint rapidement des valeurs voisines de 0,58 à 0,88 g Cl %. Puis l'eau disparait en été.

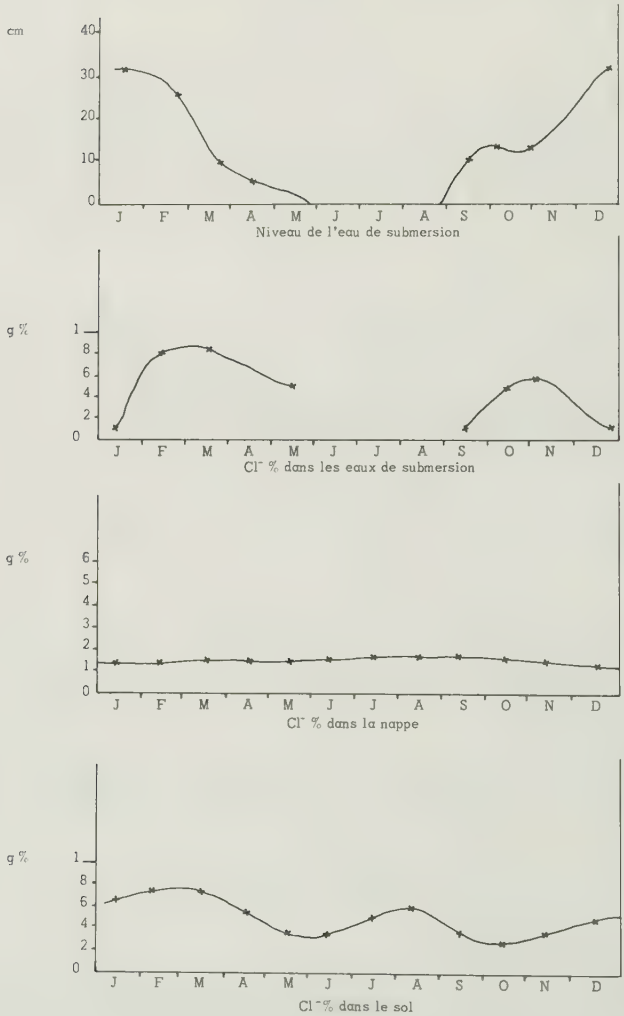
Au moment du remplissage des fossés, en automne les valeurs sont basses : elles augmentent quelques temps avant de chuter brutalement en hiver.

Leur pH varie aussi dans de larges limites : 7 à 8,8.

c - *Salure de la nappe*

La nappe garde tout au long de l'année une salure voisine de 1,50 g en Cl^- % avec un pH voisin de la neutralité. Elle est toujours proche de la surface et ses variations saisonnières de niveau sont peu importantes.

Figure 12 - Petites Salées-Eaux (Le B8) Triglochin



Fossés à Triglochin (Le B8)

2 - Le sol

a - *Description*

Là aussi, le sol se caractérise par une couleur noire en surface. Il devient gris-bleu en profondeur avec une structure massive et une consistance plastique. On note en été la présence de larges fentes de retrait dans les zones où la végétation est la moins dense.

b - *Salure du sol*

La teneur en sels des premiers horizons présente toujours des valeurs plus élevées que dans les groupements à Glyceria. En effet, les chiffres trouvés varient de 0,28 g à 0,88 g de Cl^- %.

Le pH de ces sols reste voisin de la neutralité : 6,8 à 7,2.

E - CONCLUSION

Ces stations à Triglochin se caractérisent donc par une hygrophilie très marquée jointe à une salure élevée des premiers horizons du sol et des eaux de submersion.

En effet, ces espèces prospèrent dans des anciens canaux de drainage maintenant entièrement colmatés par manque d'entretien. Les eaux s'y accumulent donc facilement et y stagnent longtemps en raison du mauvais écoulement. Pour une même station, la teneur en sels tant des eaux de submersion que des premiers horizons du sol est nettement plus élevée que dans les groupements à Glyceria distans ou a Scirpus maritimus décrits ci-dessous, mais inférieure à celles des groupements à salicorne.

Ces conditions expliquent la grande abondance d'halo-hygrophytes comme Triglochin et Aster. La teneur trop élevée en chlorures n'est par contre pas favorable à Scirpus maritimus, mais explique bien la présence de Salicornia ramosissima, dont le développement n'est freiné que par la trop forte hygrophilie du milieu.

En effet, lorsque la topographie ne permet pas d'assez longues périodes de submersion par l'eau saumâtre, Triglochin maritima devient beaucoup plus chétif et le nombre de salicornes augmente nettement. C'est un faciès qui permet de passer au groupement à Salicorne typique. Par contre, si il y a dessalage par apport d'eau douce, on passe aux groupements à Scirpus maritimus.

F - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

Beeftink (1965) fait de ces groupements des sociations à Triglochin maritima et les place dans l'ordre des Glauceto-Puccinellietalia, Beeftink et Westhoff 1962.

Duvigneaud (1967), constatant l'absence des halophytes du littoral, préfère les rapprocher de l'association à Salicorne lorraine, en en faisant la sous-association Triglochinetosum.

Une telle manière de voir conduit d'ailleurs cet auteur à décrire systématiquement des associations ou sous-associations nouvelles, puisque la flore halophile lorraine est, nous l'avons vu, très appauvrie par rapport à celle du littoral et même de l'Allemagne continentale. Il nous paraitrait plus logique de rapprocher les groupements lorrains, floristiquement appauvris, de leurs homologues du littoral ou de l'Allemagne continentale chaque fois que des conditions écologiques sont comparables. C'est ce que nous avons tenté de faire, avec plus ou moins de bonheur, dans la cinquième partie de ce travail car la tâche est rendue aléatoire par la très grande pauvreté des renseignements écologiques que l'on possède sur ces stations.

Pour ce qui est des groupements à Triglochin, leur halophilie nettement plus faible et leur hygrophilie beaucoup plus grande nous conduit à les séparer de l'association à Salicorne.

SECTION 2 - GROUPEMENTS A GLYCERIA DISTANS ET ASTER TRIPOLIUM

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (Relevés n° 3)

Dans ces groupements, la couverture végétale est importante et le recouvrement peut passer à 100 % au niveau des feuilles et inflorescences.

Les plantes qui caractériseraient le groupement Salicornia et Spergularia sont encore présentes, mais elles sont plus clairsemées et leur vitalité est réduite. Elles sont d'ailleurs localisées sur la bordure commune aux deux groupements où les conditions écologiques leur sont favorables. Elles assurent ainsi un terme de passage entre ces deux groupements.

Par contre Glyceria distans et Aster Tripolium, qui végétaient auparavant, trouvent ici leurs conditions de vie optimales et forment de puissantes touffes. Aster tripolium prend parfois un développement considérable et devient l'espèce dominante.

Triglochin maritima, bien que plus rare, manifeste aussi une bonne vitalité.

Myosurus minimus peut être abondant ; quelquefois il forme de petites colonies où les individus sont très serrés.

A ce niveau apparaît également Atriplex hastata, var. oppositifolia qui est abondant mais n'atteint jamais un développement considérable. Il se présente généralement sous forme de plantules, les pieds bien développés étant exceptionnels.

Juncus gerardi se développe bien et forme de belles touffes disséminées en petites colonies qui tranchent, par leur couleur foncée, sur le vert clair de la Glyceria ; mais il a tendance à se localiser sur le pourtour et à faire la transition vers le groupement suivant.

Puis viennent enfin et de façon sporadique : Cerastium anomalum, Lotus tenuis, Leontodon autumnalis, Poa pratensis, Taraxacum sp, Plantago media, Melitotus sp (une seule touffe) etc ...

Relevés n° 3 - Groupement à Glyceria distans et Aster tripolium

Numeros des relevés	LeB 1	LeB 2	LeB 3	LeA 4	LeB 5	LeB 6	M 7	LF 8	M 9	LeB 10	LeB 11	LeA 12	LeA 13	LeB 14	LeB 15	LeB 16	LeB 17	LeB 18	LeA 19	LeA 20	LeA 21	LeA 22	LeA 23
Surface en m^2	4	4	4	4	4	16	9	4	9	9	100	9	100	4	4	4	4	4	100	16	4	4	1
Recouvrement en %	90	70	95	70	95	100	100	80	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100	90	95	70	95	95
Hauteur végétation en cm	35	35	35	5-10	35	40	40	30	40	35	40	20	20	35	10	50	50	50	10-30	10	15	25	25
Salicornia ramosissima	4-4	4-3	3-1	1-1	2-1	3-1	2-1	2-1	1-1	+	+	+	+										
Spergularia salina	+	+	4-5	3-5	3-5	+	+	+	2-1	+	+-1	+	+										
Glyceria distans	4-2	3-1	4-5	3-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	4-5	4-5	5-5
Aster tripolium			+-1	1-1	+-1	1-1	1-1	2-1	2-1	2-1	+-1	2-1	+	1-1	1-1	+-1	+-1	+-1	+-1		+-1	2-4	3-2
Triglochin maritima			+						+-2		+-1		+	+2									
Atriplex hastata			+1		1-1	3-1	+-1		3-2	3-1	2-1	3-1	2-1	+1	+1	1-1	+-1	1-1	3-4	1-1	3-3	1-1	
Juncus gerardi						2-4	2-2		2-2	2-3	2-3	2-3	2-3	1-3	+-1	+-2		1-2	1-3			+2	
Cerastium anomalum										+		+-1											
Lotus tenuis															+								
Leontodon autumnalis															+					+			
Thrincia hirta																+							
Poa pratensis							+			+		+2										+2	
Taraxacum sp.											+		+				+			+			
Plantago major ssp. intermedia																	+	+					

B - STRUCTURE

Nous avons affaire ici à un groupement formé nettement dominé par Glyceria distans qui y trouve un maximum de vitalité. Le recouvrement atteint en général 100 % au niveau des feuilles. Cependant, cette Graminée pousse en touffes qui, dans certains cas, sont assez distantes les unes des autres et laissent alors à leur pied une proportion importante de sol nu ou couvert de litière.

Si on écarte les feuilles, on peut distinguer, en début de saison, une seconde strate constituée par des plantules de Salicorne, de Spergulaire et d'Atriplex, qui végètent difficilement sous un couvert aussi dense et qui finiront par être presque entièrement éliminées.

C - LOCALISATION

Ces groupements sont voisins de ceux à Salicorne précédemment décrits ou même, parfois, les entourent complétement. Ils occupent les parties basses et humides des prairies halophiles. Le terrain y est marécageux pendant la plus grande partie de l'année et si de loin l'aspect peut être celui d'une prairie normale par le recouvrement et l'allure générale, il suffit de regarder au pied des touffes, sous les feuilles, pour trouver de l'eau stagnante et généralement putride.

D - PHYSIONOMIE

Glyceria distans donne à ce groupement une physionomie bien particulière. A la fin de l'hiver ne subsistent que des restes desséchés. A partir de la fin du mois de mars ou du début du d'avril, on commence à percevoir un début de végétation. Puis tout change rapidement, les feuilles sèches de l'année précédente sont remplacées par les jeunes pousses et à son plein développement, à la fin du printemps, ce groupement tranche nettement sur les autres par sa couleur vert clair. C'est à ce moment que fleurit Cerastium anomalum et un peu plus tard Lotus Tenuis.

Puis, en été, la Glyceria commence à jaunir après avoir fleuri ; son cycle de végétation est déjà terminé mais les pieds d'Aster prennent alors la relève et fleurissent abondamment. S'épanouissant vers la même période, les fleurs de Thrincia hirta et Leontodor autumnalis sont beaucoup plus difficiles à distinguer. On peut donc noter deux aspects consécutifs :

- un aspect de printemps, marqué par la teinte vert clair caractéristique de Glyceria distans

- un aspect de fin d'été-automne, caractérisé par le jaunissement de la graminée et la floraison abondante et généreuse de l'Aster tripolium.

E - ECOLOGIE

A Lezey, nous avons étudié deux stations aux Anciennes Salines (Le A2, figure 13 et Le A5, figure 14) et une près du village (Le B2, figure 15).

Toutes présentent des surfaces importantes occupées par Glyceria distans bien développée.

1 - Régime hydrique

a - *Niveau de la nappe*

Le niveau de la nappe, pendant les mois d'été, ne s'éloigne pas à plus de 50 cms de la surface du sol. Pour chaque station étudiée on remarque que les variations du plan de la nappe sous la Glyceria sont tout à fait comparables à celles mesurées sous les plages de salicorne voisines.

b - *Salure de la nappe*

La salure de la nappe exprimée en Cl^- % se situe autour de 2,60 g pour la station située près du village (Le B2) ; elle aurait donc tendance à être légèrement plus concentrée que sous la salicorne voisine. Aux Anciennes Salines, une première station (Le A2) présente un taux de Cl^- presque toute l'année supérieur à 3 g et l'autre (Le A5) une valeur très voisine (2,50 g %). La salure est donc ici légèrement inférieure à celle rencontrée dans la salicorne (Le A4).

Bref, la nappe présente une teneur en sels sensiblement voisine de celle observée sous la salicorne. Pour une station donnée cette salure apparaît à peu près constante tout au long de l'année.

c - *Eaux de submersion*

Les eaux de submersion sont fréquentes et se maintiennent longtemps après les précipitations en raison de la topographie, de l'imperméabilité du substrat et surtout de la très faible évaporation due à la densité de la couverture végétale. Leur teneur en sel est toujours très basse (de 0,04 à 0,3 g Cl^- %) et leur pH nettement alcalin peut atteindre 8,6.

2 - Le sol

a - *Description*

Le sol reste boueux et humide toute l'année. On ne peut pas y

Figure 13 - Anciennes Salines (Le A 2) Glyceria

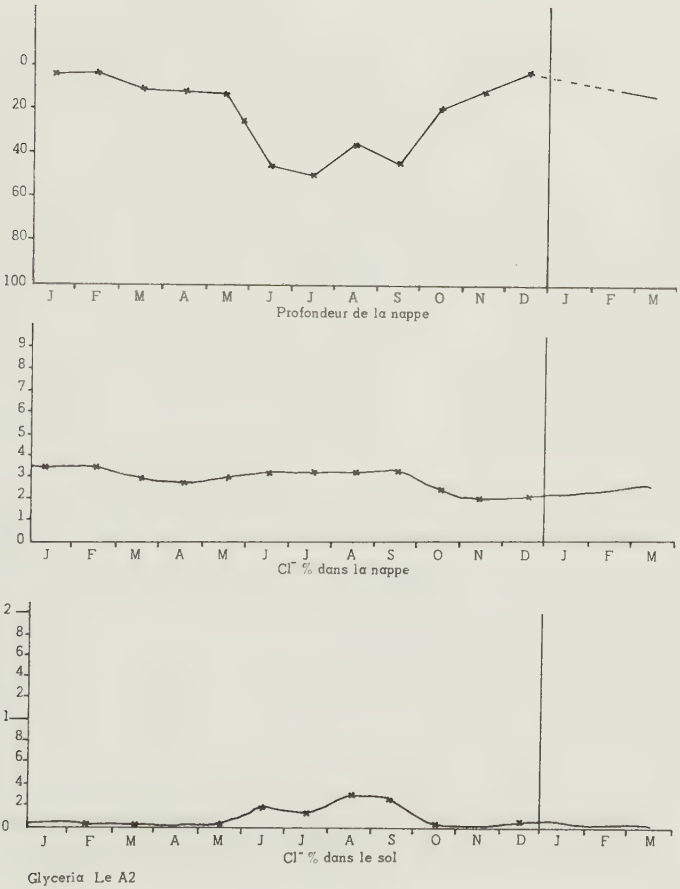
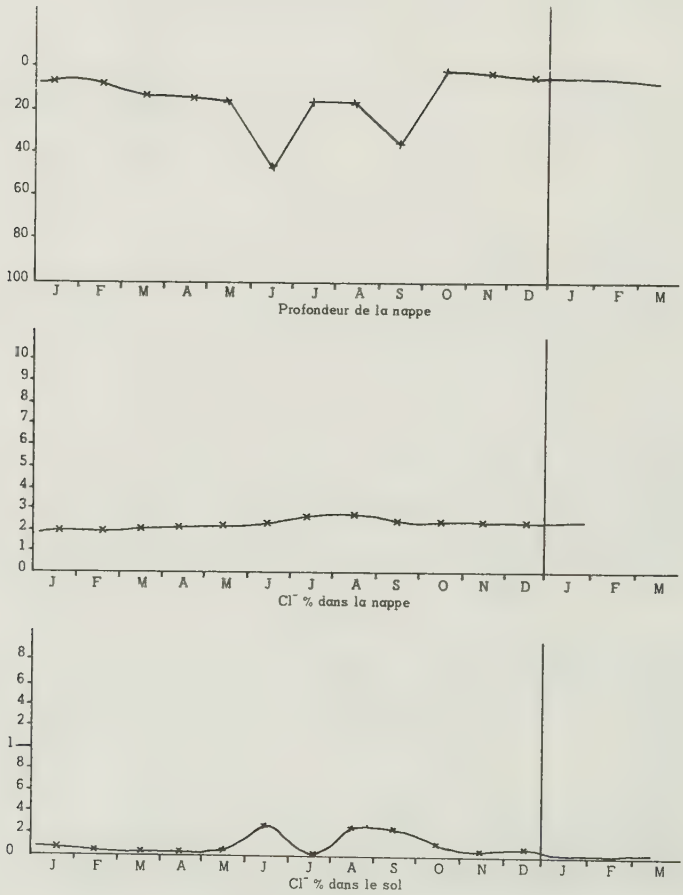
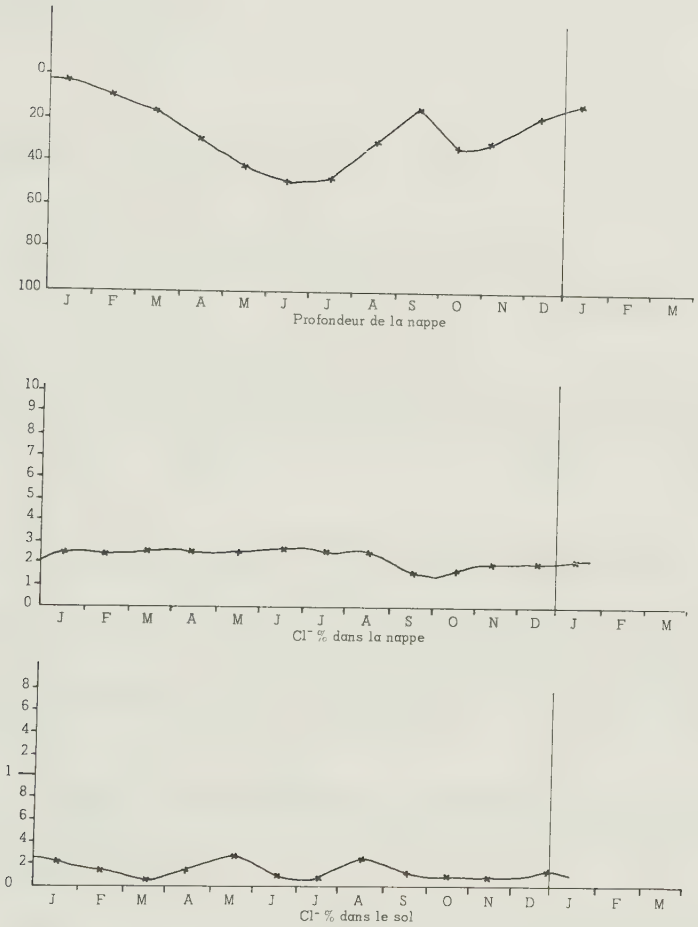


Figure 14 - Anciennes Salines (Le A 5) Glyceria



Glyceria : Le A5

Figure 15 - Petites Salées-Eaux (Le B 2) Glyceria



distinguer d'horizons bien caractérisés. Néanmoins, on remarque que, sur une vingtaine de cms, le sol de couleur brunâtre possède une structure microgrenue et contient de nombreuses racines. Plus bas, il devient beaucoup plus compact et plastique et prend une couleur légèrement bleuâtre, avec des taches d'oxyde de fer ; les racines y sont aussi beaucoup moins nombreuses et la structure a tendance à devenir polyédrique.

D'une façon générale, ces sols sont donc compacts et plastiques. Mais on ne constate que rarement des fentes de retrait en été en raison de la forte humidité - (ce qui le différencie des stations à salicorne).

b - *Salure*

La teneur en sels des premiers horizons est faible : presque nulle pendant l'hiver, elle atteint en été un maximum de 0,28 g de Cl^- %, contrairement à ce que l'on observait dans le groupement précédent. Les variations d'amplitude de la teneur en sels sont faibles et comme amorties, probablement en raison de la densité de la couche végétale ; celle-ci en effet, en freinant l'évaporation de surface, ne favorise pas la remontée du sel.

Des dosages sur des prélèvements effectués à différents niveaux, en été, montrent que la concentration augmente de la surface vers la profondeur : elle atteignait par exemple 0,11 g % en surface et 0,23 g % à 50 cms du niveau du sol (même phénomène que pour le groupement à salicorne étudié ci-dessus).

Le taux des bases échangeables dans le sol s'établit comme suit : Na^+ = 20 % (soit 11,22 m. eq. %), Ca^{++} = 52,45 % (soit 29,37 m. eq. %).

On observe donc que le sodium ne représente plus que 20 % alors que le Ca^{++} l'emporte nettement avec plus de 52 %.

Ces conditions de vie sont donc très améliorées par rapport au groupement à salicorne (Na^+ = 31,8 % et Ca^{++} = 48,8 %).

Quand au pH de ces sols, il se maintient à des valeurs voisines de la neutralité (7,0 à 7,6).

F - CONCLUSION

1 - Caractères écologiques généraux

Ces stations à Glyceria distans se caractérisent par une hygrophilie très nette, et un sol ne contenant qu'une faible quantité de chlorures.

La nappe présente encore une salure élevée se situant entre les deux groupements précédents, en moyenne 2,5 g contre 3 g pour la salicorne et 1,4 g pour le triglochin. Mais elle a tendance à s'écarter de la surface durant l'été (au maximum à 50 cms).

Les périodes de submersion sont d'autre part très fréquentes : après chaque pluie les eaux s'accumulent entre les touffes de glyceria et y stagnent, quelquefois pendant longtemps, vu la faible évaporation due à la densité de la couverture végétale.

Le sol, compact et lourd, présente en surface des teneurs en sels pratiquement nulles en hiver et au début de la période de végétation. Même en été, elles ne dépassent jamais des concentrations de l'ordre de 0,30 g %.

2 - Végétation

Dans ce groupement, on constate la diminution progressive du groupe écologique spécifiquement halophile (Salicornia ramosissima et Spergularia salina), Il faut cependant noter qu'au début de la période de végétation on observe encore de nombreuses germinations de salicorne, les conditions écologiques étant à cette époque pratiquement identiques dans les deux groupements. Puis le développement important de la couverture végétale ne permettant pas une végétation normale de la salicorne (qui est une plante héliophile) celle-ci finit par disparaître, ou ne subsiste que sous forme d'individus isolés, dans les endroits où le couvert est le moins dense.

L'abondance et la vitalité de Glyceria distans, d'Aster tripolium et accessoirement de Triglochin maritima montre que ces espèces forment un groupe qui trouve ici des conditions écologiques particulièrement favorables. D'ailleurs les semences de Glyceria distans n'acquièrent leur aptitude à la germination que lors d'un dessalage du substrat (Binet 1966). A noter que l'Aster tripolium prend parfois un développement si considérable qu'il peut faire faciès.

Atriplex hastata, caractéristique des terrains nitrophiles, est présent, mais généralement sous forme de plantules isolées. Le grand développement de la Graminée ne lui permet pas de prendre son aspect caractéristique en touffes étalées.

Dès ce niveau, on note aussi la présence de touffes de Juncus gerardi accompagné par d'autres espèces beaucoup moins abondantes mais tolérantes à de faibles quantités de chlorures, comme Cerastium anomalum, Lotus tenuis, Leontodon autumnalis et Thrincia hirta.

G - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

Ces groupements peuvent se rattacher au Puccinellietum distantis Feekes (1934) et au Puccinellietum distantis atriplicetosum de Beeftink (1965).

Nos relevés phytosociologiques (relevés n° 3) se rapprochent étroitement de ceux de Duvigneaud (1967) et manifestent une identité de vue dans la composition et la délimitation de ce groupement. Les deux premiers relevés correspondent à la sous-association à "Salicornia ramosissima et Spergularia marina" de cet auteur (formant la transition avec la salicorne) : les relevés où l'abondance-dominance du jonc est élevée à sa sous-association à Juncus gerardi (formant transition avec les groupements à Jonc). Les autres enfin à la sous-association typique. Ainsi apparaissent côte à côte chez cet auteur dans la même série de relevés les trois termes essentiels de la "série fondamentale" que nous décrirons dans la cinquième partie de ce travail, ce qui confirme bien notre thèse (voir ci-dessous). Fidèle à sa conception, Duvigneaud classe toutes ces sous-associations dans une association nouvelle, le "Puccinellietum distantis lotharingiense".

SECTION 3 - GROUPEMENTS A SCIRPUS MARITIMUS

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (Relevés n° 4)

Ces groupements recouvrant des surfaces d'étendue variable, presque constamment inondées, sont relativement pauvres en espèces, mais abondamment pourvus en individus.

Scirpus maritimus, nettement dominant, est presque toujours accompagné par Aster tripolium en touffes isolées mais vigoureuses.

Glyceria distans est présente mais beaucoup plus rare et sa vitalité est réduite. Il en est de même pour Juncus gerardi.

Lorsque le recouvrement est plus faible, on peut trouver quelques pieds de Ranunculus baudoti Godr. et Zannichellia palustris.

Enfin, de façon sporadique et très exceptionnellement, on note la présence d'Atriplex hastata. En certains endroits se développent aussi de belles touffes d'Alopecurus geniculatus, Ranunculus sceleratus et de Triglochin maritima. On peut aussi parfois noter l'apparition de Phragmites communis de vitalité très réduite.

B - STRUCTURE

Scirpus maritimus L. bien développé peut atteindre 50 à 80 cms de hauteur et forme la strate herbacée principale. Le recouvrement est le plus souvent voisin de 80 %. Dans certaines stations cependant, Scirpus maritimus devient nettement moins vigoureux et n'est plus représenté que par quelques individus clairsemés. C'est alors Aster tripolium qui devient dominant. Le recouvrement oscille alors de 40 à 60 % et peut même, exceptionnellement, ne pas dépasser 20 %.

C - LOCALISATION

Ce groupement évolue dans les dépressions presque constamment remplies d'eau saumâtre. Il colonise généralement les grandes surfaces marécageuses situées dans les parties les plus basses des prairies halophiles mais peut aussi être présent, sous forme de petites colonies, sur le bord des fossés de drainage ou des petites mares semi-permanentes. Dans ce cas on ne trouve généralement plus qu'une frange peu importante constituée par

Relevés nº 4 - Groupement à Scirpus maritimus

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Surface en m^2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100	4
Recouvrement en %	90	90	90	90	90	80	80	80	60	20	40
Hauteur végétation en cm	80	80	80	80	80	50	50	50	15	10-20	15
Stations	Le A_3	Le A_3	Le A_3	Le A_3	Le A_3	L.F	L.F	L.F	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux
Scirpus maritimus	4-5	5-5	5-5	5-5	5-5	4-5	3-5	4-5	+-1	+	+
Aster tripolium	4-5	1-1	1-1	3-1	3-1				3-2	2-2	3-2
Ranunculus baudoti				+-2							
Ranunculus sceleratus						+	1-2				
Alopecurus geniculatus			2-2			+	+	+			
Triglochin maritima	+										
Atriplex hastata					+-1						
Glyceria distans				+°	1-1						
Zannichellia palustris	+	+									
Juncus gerardi			+	+							

Scirpus maritimus et Aster tripolium qui représentent peut-être un stade initial de colonisation.

D - PHYSIONOMIE

Le début de végétation ne se manifeste généralement que vers le début du mois d'avril, puis ce groupement conserve pendant tout l'été une physionomie uniforme. A l'automne, Scirpus maritimus a terminé son cycle végétatif mais Aster tripolium fleurit alors abondamment.

On peut donc distinguer un aspect de printemps-été, assez uniforme et caractérisé par la dominance de Scirpus maritimus et un aspect d'automne remarquable par l'abondante floraison d'Aster tripolium.

Pendant l'hiver ne subsistent plus que des touffes desséchées.

E --ECOLOGIE

Nous avons étudié deux groupements typiques et d'étendue assez considérable (Le A3, figure 16 et Le A8, figure 17) situés près des Anciennes Salines de Lezey.

1 - Régime hydrique

a - *Périodes de submersion*

Ce groupement prend une grande extension dans les parties les plus basses presque continuellement inondées.

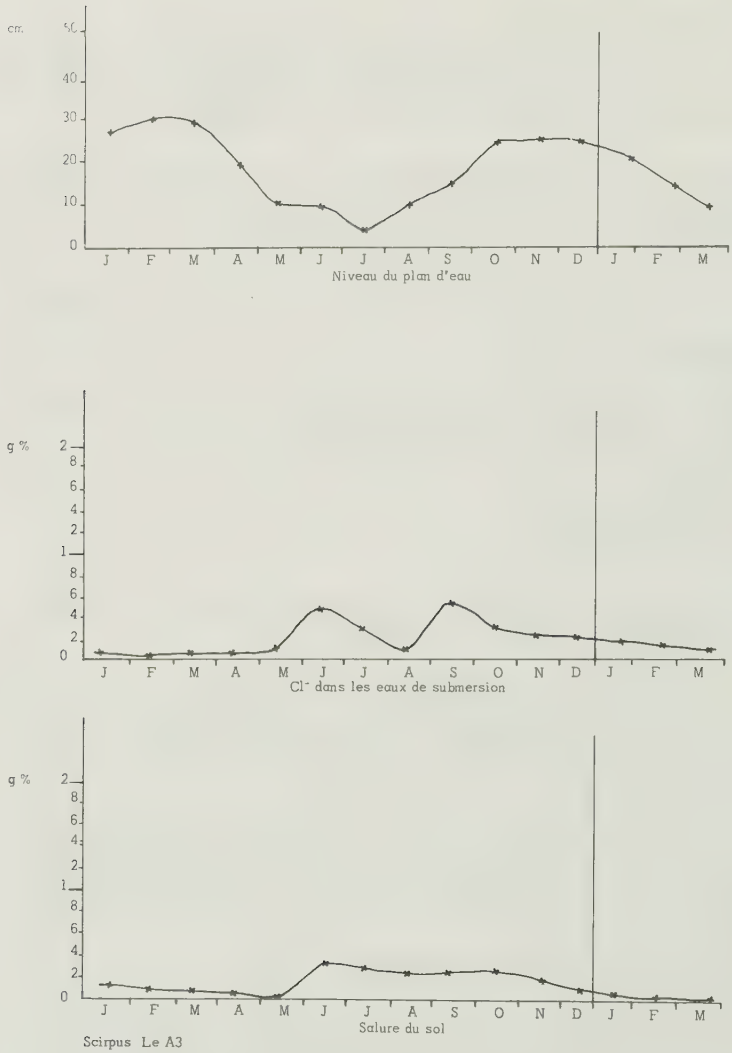
Les eaux de submersion atteignent 30 ou 40 cms de hauteur au maximum au moment des fortes précipitations en hiver, puis se stabilisent aux environs de 10 à 15 cms pendant la majeure partie de l'année.

Les périodes de sécheresse sont toujours brèves et se produisent pendant les fortes chaleurs de l'été. Le sol reste constamment très humide et boueux et de l'eau stagne dans les empreintes laissées par les animaux. Dans ces petites flaques se développent une grande quantité de larves de moustiques.

b - *Salure des eaux de submersion*

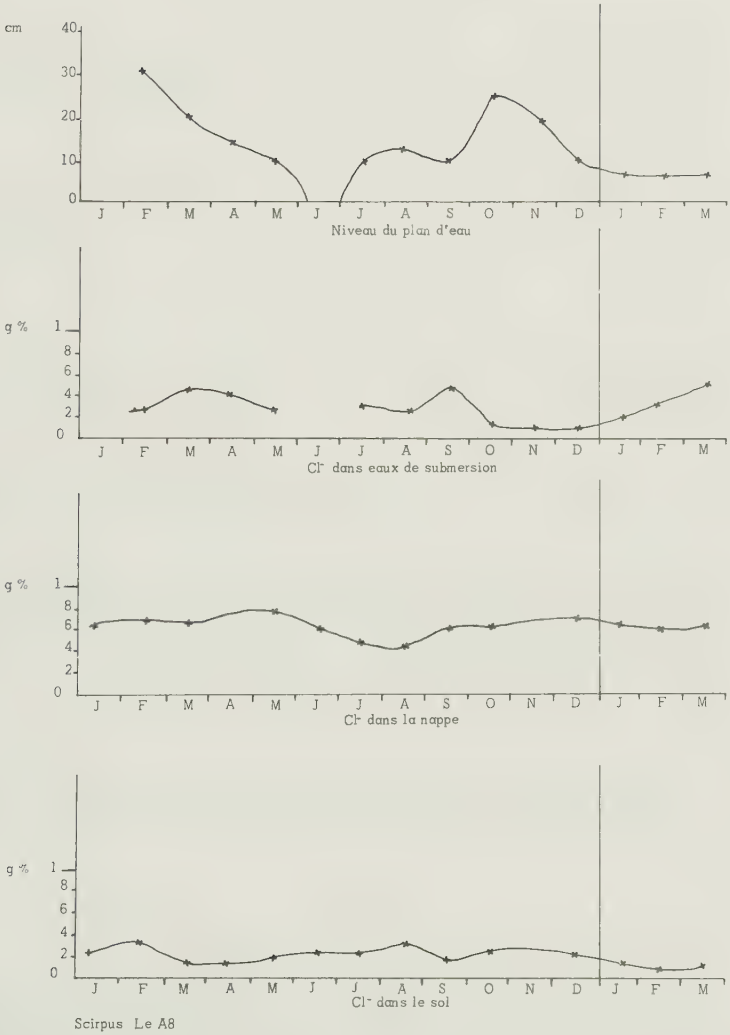
- Dans la première station (Le A3, figure 16) la salure des eaux de submersion est très proche de celle trouvée dans la Glyceria voisine (0,07 à 0,21 g %). Mais pendant les mois les plus secs (juin et septembre en 1966) le groupement à Glyceria est à sec tandis que celui à Scirpus maritimus voisin est encore recouvert d'une mince couche d'eau, dont la salure

Figure 16 - Anciennes Salines (Le A 3) Scirpus



Scirpus Le A3

Figure 17 - Anciennes Salines (Le A8) Scirpus



Scirpus Le A8

augmente alors très nettement : 0,49 g en juin et 0,53 g en septembre.

Le pH alcalin oscille entre 7,7 et 8,4.

- Dans la deuxième station (Le A 8, figure 17) les eaux de submersion sont légèrement plus concentrées que pour le groupement à Glyceria distans correspondant : leur salure varie de 0,25 à 0,49 g.

Le pH garde des valeurs voisines de la neutralité : 7,2 en général (exceptionnellement 7,9).

Pour cette dernière station, la nappe reste constamment proche de la surface du sol et sa teneur en Cl^-, relativement constante tout le long de l'année, avoisine 0,60 g.

Son pH reste voisin de 7,1.

2 - Le sol

a - *Description*

Le sol présente une structure massive et une consistance plastique. La couleur, noire en surface sur quelques centimètres, devient ensuite uniformément gris-bleu.

Le pH, mesuré dans la zone d'enracinement, varie de 6,8 à 7,3.

b - *Salure*

- Dans la première station (Le A 3, figure 16) les premiers horizons, très peu chlorurés en hiver et au printemps (0,07 à 0,14 g) voient leur salure augmenter en été et en automne (0,26 à 0,38 g).

- Dans la deuxième station (Le A 8, figure 17) la salure, au contraire, ne subit pas de fortes variations au cours de l'année et se maintient la plupart du temps aux environs de 0,25 g.

Le Na^+ représente 18,37 % des bases échangeables et le Ca^{++} 58,69 %.

En résumé, la teneur en Cl^- des premiers horizons et le pourcentage des bases échangeables ont des valeurs du même ordre que celles observées sous les groupements voisins à Glyceria distans.

F - CONCLUSIONS

1 - Caractères écologiques généraux

On peut donc dire que les groupements à Glyceria distans et Scirpus maritimus présentent des conditions écologiques voisines en ce qui concerne le taux de Cl^- des eaux de submersion et des premiers horizons du sol. Par

contre, la nappe qui reste constamment voisine de la surface, est nettement moins salée. Et de plus, les stations à Scirpus maritimus, régulièrement submergées, montrent une hygrophilie beaucoup plus marquée.

2 - Végétation

Ces conditions particulières permettent d'expliquer, d'une part, le développement important que prennent les espèces halo-hygrophytes comme Scirpus maritimus, d'autre part, la présence de Ranunculus baudoti, caractéristique des mare et étangs saumâtres.

Aster tripolium trouve, encore là, un milieu qui convient à son développement ; Glyceria distans, par contre, ne végète plus ici que sous forme de touffes disséminées et de vitalité réduite, ce qui est probablement dû à l'excès d'humidité.

G - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

Beeftink (1965) fait de groupements assez voisins des consociations à Scirpus maritimus de l'ordre des Glauceto-Puccinellietalia. Ce même point de vue est adopté par Hocquette, Gehu et Fauquet (1965). Duvigneaud (1967) considère ces groupements comme une association nouvelle, et développe à leur sujet une intéressante démonstration, montrant l'équilibre instable qui s'établit, lorsque la salure diminue, entre le Scirpus et le Phragmite. Ce dernier parvient, par l'efficacité de ses moyens de reproduction végétative (stolon, rhizome) à gagner sur le Scirpus, tendance expansive que contre-carre, dans une nette mesure, le fauchage, lorsqu'il a lieu. Le Phragmite supporte en effet fort mal cette pratique et peut, dans une prairie normalement fauchée, régresser rapidement en quelques années.

SECTION 4 - GROUPEMENTS A PHRAGMITES COMMUNIS

A - COMPOSITION FLORISTIQUE - STRUCTURE (Relevés n° 5)

Ces groupements nombreux et d'étendue variable forment ce que l'on appelle communément les roselières.

Deux cas sont à envisager :

1 - Les populations pures

Phragmites communis, géophyte à rhizome, atteint un développement et une vigueur considérables, les individus pouvant atteindre 2 m de hauteur, et même plus. Le recouvrement, au niveau des frondes, est toujours de 100 % ; au niveau du sol, il est bien entendu beaucoup moins élevé ; de l'ordre de 30 à 40 %.

2 - Les groupements à Phragmites communis Trin et Althaea officinalis L.

Phragmites communis, de taille plus réduite, est beaucoup plus clairsemé que précédemment, mais Althaea officinalis, hemicryptophyte, devient très abondante.

Ces deux espèces, nettement dominantes, forment la strate principale. Elles ont un recouvrement de l'ordre de 70 à 80 % en général au niveau des frondes. Leur taille atteint toujours plus d'un mètre de hauteur.

En sous-strate se développent des pieds isolés de Rumex conglomeratus, Epilobium tetragonum et Lycopus europaeus.

Enfin, au niveau du sol, végètent Juncus gerardi et Atriplex hastata sous forme d'individus chétifs et relativement claisemés.

On peut également trouver ici et là, une touffe de Carex otrubae ou un pied de Convolvulus sepium.

A l'inverse du cas précédent, le recouvrement, au niveau du sol, est voisin de 80 % et peut, par endroits, atteindre 100 %. La litière est toujours abondante.

Relevés n° 5 - Groupements à Phragmites communis (Marsal)

Surface en m^2	16	16
Recouvrement en %	90	90
Hauteur de la végétation en cm	(50) 150	(50) 150
Phragmites communis	4-5	4-5
Althaea officinalis	4-3	4-3
Atriplex hastata	2-1	+-1
Juncus gerardi	2-1	2-1
Rumex conglemeratus	2-1	2-1
Epilobium tetragonum	+-1	+-1
Convolvulus sepium	+-1	
Lycopus europaeus	+-1	+-1
Urtica dioica	+	
Carex otrubae		+

B - LOCALISATION

Les populations pures de Phragmites communis occupent les dépressions constamment recouvertes d'eau stagnantes.

A Lezey, elles colonisent les bras morts des ruisseaux ou forment une ceinture d'épaisseur variable autour de certaines mares permanentes. A Marsal, elles se développent dans les fossés des anciennes fortifications où elles forment des roselières particulièrement importantes.

Les groupements à Phragmites communis et Althea officinalis de Marsal occupent des stations voisines mais légèrement surélevées et qui, de ce fait, ne sont soumises que rarement et très sporadiquement aux inondations.

On voit également des phragmitaies se développer sur des sols pratiquement secs et déchlorurés dans les grandes prairies à Juncus gerardi situées entre Vic et Dieuze, dès que certaines parcelles sont laissées à l'abandon. Ce fait met bien en évidence l'étonnante plasticité écologique du Phragmite, qui arrive à coloniser des milieux très différents du point de vue de la salure et de l'hygrophilie.

C - PHYSIONOMIE

L'absence d'espèces annuelles et la longue période de végétation de Phragmites communis (s'étendant du printemps jusqu'à la fin de l'automne) font que ces groupements gardent le même aspect monotone pendant la majeure partie de l'année.

D - ECOLOGIE

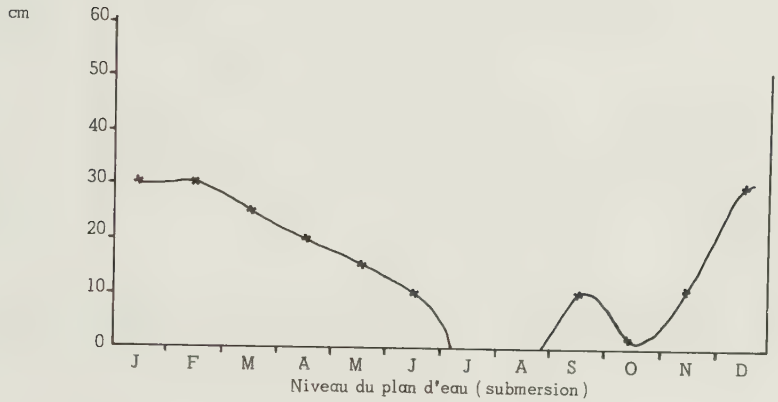
Nous avons suivi plus particulièrement :

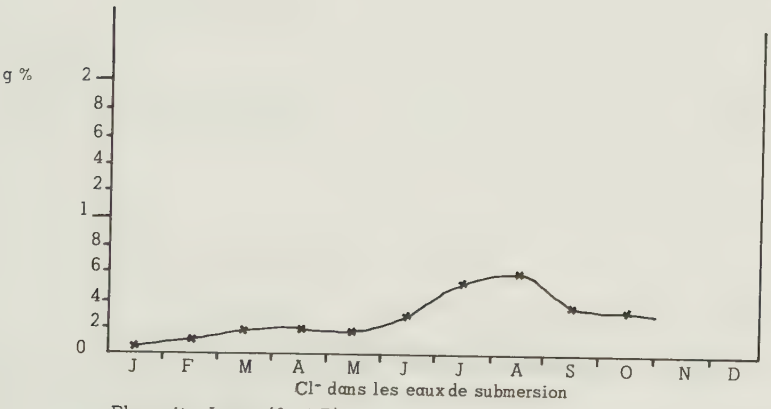
- Près du village de Lezey une population pure occupant le fond d'un ancien ruisseau (Le B7, figure 18).
- Dans les fossés de Marsal un groupement à Phragmites communis et Althea officinalis (Ma 3, figure 19).

1 - Régime hydrique et salure

a - Les populations pures (Le B) baignent presque constamment dans une eau ne présentant, au début de l'année, que des traces de Cl^- (0,08 g %) ; le niveau est, à cette saison, le plus élevé (30 à 40 cms).

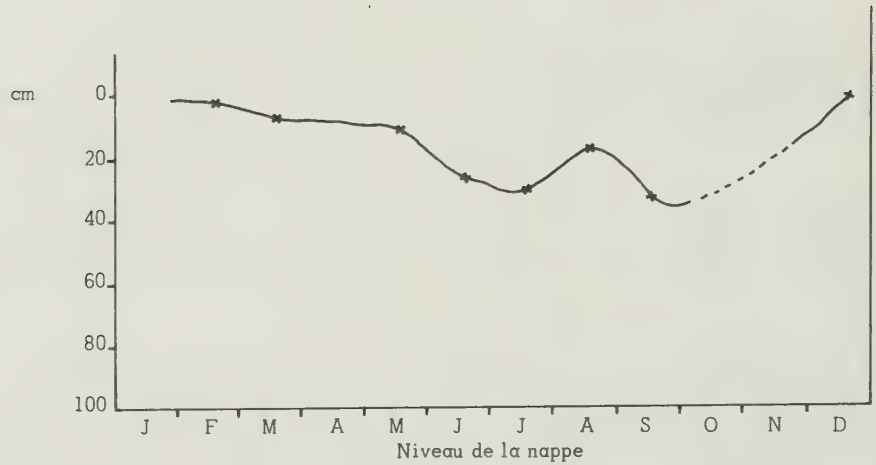
Figure 18 - Petites Salées-Eaux (Le B 7) Phragmites

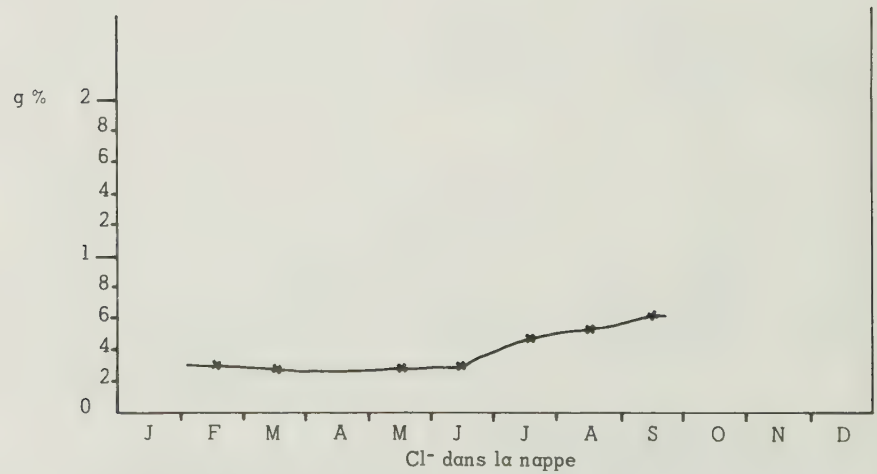




Phragmite Lezey (Le B7)

Figure 19 - Marsal (Ma3) Phragmites





Phragmite Marsal (Ma3)

Puis la salure augmente régulièrement (0,13 g % en mai 1966) tandis que le niveau baisse (15 cm).

L'été, au moment des grandes chaleurs, on constate un asséchement momentané mais il suffit d'écarter l'abondante litière dont le sol est recouvert pour trouver quelques centimètres d'eau nettement plus chargée en Cl^- (0,46 et 0,56 g % en juillet et août 1966). Puis le niveau augmente de nouveau (10 cms) et la salure diminue (0,31 g %) en fin d'année.

Le pH reste constamment voisin de 7.

b - Les groupements à Phragmites et Althea (Ma 3, figure 19) après avoir été inondés pendant l'hiver, se trouvent pratiquement à sec pendant toute leur période végétative. Malgré tout, le sol reste constamment humide et, après une pluie, les flaques d'eau restent pendant longtemps sous la litière.

La nappe, très proche de la surface au début de l'année, n'accuse qu'une faible salure (0,35 g %). Pendant l'été, elle baisse d'une trentaine de centimètres : elle est alors plus concentrée (0,47 à 0,62 g).

Son pH varie de 7 à 7,6.

2 - Le sol

Sous la litière, en général abondante, le sol garde une consistance plastique et une couleur gris-bleu avec des taches d'oxyde de fer. Il est parcouru par les gros rhizomes de Phragmites qui peuvent atteindre une assez grande profondeur.

Les horizons superficiels ne présentent que de très faibles traces de chlorures et leur pH est voisin de la neutralité.

E - CONCLUSIONS

1 - Caractères écologiques généraux

Ces différentes stations se caractérisent donc par un sol très humide ou régulièrement submergé, et pratiquement déchloruré. La nappe est toujours proche de la surface et ne présente, comme les eaux de submersion, qu'une faible teneur en chlorures.

2 - Végétation

Dans une station constamment inondée d'eau saumâtre seul Phragmites communis, tolérant à de légères quantités de chlorures, se développe et

forme de puissantes populations. La couverture végétale toujours très dense a éliminé les autres espèces.

Par contre, lorsque le drainage s'améliore Phragmites communis ne trouve plus des conditions optima de végétation, sa taille diminue et les individus s'espacent. Les espèces halophiles, moins gênées par la concurrence, peuvent alors s'installer : Juncus gerardi, Althea officinalis se développent bien, mais Atriplex hastata est gêné par le manque de lumière. Le mouvement inverse peut également se produire, et le Phragmites élimine alors le jonc et les autres espèces concurrentes.

Cependant le substrat, relativement peu chloruré, permet aussi à d'autres plantes de prospérer : c'est ainsi que l'on voit apparaître des hygrophytes à affinités forestières comme Lycopus europaeux et Rumex conglomeratus, ainsi que les espèces très communes dans les haies avoisinantes et à grande amplitude écologique : Urtica dioica - Convolvulus sepium.

F - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

On peut ranger ces groupements dans l'Alliance du Phragmition de Koch (1926). Beeftink (1965) en fait des consociations de l'ordre des Glauceto-Puccinellietalia.

Selon Duvigneaud (1967), les surfaces occupées par les roselières augmenteraient en raison de la difficulté pour les faucheuses de circuler en maintes stations trop humides et vaseuses. Il en résulterait le développement de ces "Phragmitaies de substitution", dans des endroits où jadis le fauchage se pratiquait à la faux. L'auteur rattache ces phragmitaies de substitution, essentiellement conditionnées par la disparition de l'intervention humaine, au Phragmiteto - philipenduletum ulmariae (Jovet 1949).

CHAPITRE III

- GROUPEMENTS PEU HYGROPHILES -

SECTION 1 - GROUPEMENTS A JUNCUS GERARDI

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (relevés n° 6)

Ils sont très nettement dominés par Juncus gerardi, géophyte à rhizome, qui y atteint un développement considérable et forme des peuplements denses tranchant nettement sur la végétation environnante par leur teinte vert sombre.

Aster tripolium y est rare et ne se développe que dans certaines stations ; de même, Triglochin maritima peut devenir assez abondant par endroits.

Au printemps, on note la floraison éphémère de Cerastium anomalum et de Ranunculus sardous, suivie pendant l'été de celle de Lotus tenuis, Carex otrubae var subcontigua et d'Agrostis stolonifera. Atriplex hastata var oppositifolia se maintient dans ce groupement, sans toutefois pouvoir atteindre une taille normale, on ne le rencontre en effet ici encore que sous forme de plantules.

On voit également se développer quelques touffes isolés de Graminées : Agropyrum repens, Festuca arundinacea, Poa trivialis ; Bromus mollis et Alopecurus geniculatus peuvent devenir très abondants par endroits : la première espèce pousse surtout dans les parties exploitées et la seconde colonise principalement le fond des petites dépressions, des ornières ou des fossés asséchés. De très nombreuses espèces de prairies avoisinantes font également leur apparition : Taraxacum sp., Rumex crispus, Bellis perennis, Medicago Lupulina, Trifolium pratense etc ...

B - STRUCTURE

Le grand développement et la vitalité de Juncus gerardi rendent cette formation fermée et monostrate ; le recouvrement atteint toujours 90 à 100 %, même au niveau du sol.

Relevés nº 6 - Groupement à Juncus gerardi

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Surface en m^2	100	100	100	4	4	16	8	16	16	16	4	4	4	4	4	4	4	4
Recouvrement en %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hauteur végétation en cm	30-50	40-80	50	50	50	50	50-60	30-100	50-60	20-80	40	40	40-50	50	50	40	50	40
Stations	Le A	Le A	Le B	Le B	Le B	Le B	Le B	Le B	Le B	Le A	Pet. ros.	Pet. ros.	Pet. ros.	Pet. ros.	Pet. ros.	Pet. ros.	Pet. ros.	Pet. ros.
Atriplex hastata	1-3	+3	1-4	1-1	+	+	1-1	1-1	1-1		2-1	2-1	2-1	+				
Juncus gerardi	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	4-5	4-5	4-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	3-5	3-5
Aster tripolium											1-1	+			+	+		+
Triglochin maritima											+	+ -2	+ -2	+ 1	2-2	1-2	+ 1	+ -1
Cerastium anomalum	+	+		+	+	+		+		+	1-1		1-3	3-3		1-1		
Lotus tenuis			+ -1	+ -2			+		2-5									
Carex otrubae	+ -1	+		+														
Ranunculus sardous	+ -2	+	+ -1								+			+	+	2-1	3-4	2-3
Agrostis stolonifera	+	1-2			+ -2	+ -2	+ 2	1-2	+ -2	4-5								
Agropyrum repens		+			+													
Festuca arundinacea	+ -1	+				+	+											+
Alopecurus geniculatus	1-3										1-2	+ -2	+ -2	+	+ -2	+	+ -2	+
Poa trivialis	1-2	+2	1-4	+	+	+	+ 2	3-5	2-1	1-1			+	+			+	+
Bromus mollis															1-1	+	+ -1	2-1
Lolium perenne																	+ -2	+
Phragmites communis																+ °		+ °
Taraxacum cf palustre									+		+	+	+	+	+	+	+	1-1
Epilobium tetragonum	+ -1	+	+ -1	+ -2	+	+	+			+ -1								
Rumex crispus		+	+ -1					+						+	+			+
Polygonum aviculare					+													
Medicago lupulina																		3-3
Trifolium pratense												+				+	3-4	2-3
Bellis perennis																		+
Plantago major ssp intermedia																+	+	
Lychnis flos cuculi																	+	
Daucus carota							+		+									
Pulicaria dysenterica				+														

C - LOCALISATION

La microtopographie joue manifestement un rôle considérable sur le développement que peut prendre ce groupement dès que le sol est très légèrement surélevé. La jonçaie couvre en effet des surfaces plus ou moins étendues en bordure des cuvettes à Salicorne et à Glyceria, mais elle peut également occuper le sommet de petites buttes à l'intérieur des groupements à Glyceria, ou former des ceintures d'une dizaine de cms de large autour des chenaux de drainage ou des petites mares. Elle colonise maintenant les surfaces bien drainées, résultant l'aménagement du cours de la Seille, où elle couvre plusieurs dizaines d'hectares.

Lorsque la jonçaie borde une cuvette à Salicorne, on observe souvent à la zone de contact un ressaut d'une dizaine de cms de haut, dont le bord est généralement couvert par des touffes bien développées d'Atriplex hastata.

D - PHYSIONOMIE

Le jonc confère à ces groupements une teinte vert sombre, ce qui permet de les reconnaître de loin.

La végétation débute au mois de mars, lorsque les jeunes pousses traversent la litière desséchée ; elle se poursuit durant toute l'année, si bien que la jonçaie garde une physionomie uniforme pendant la période de végétation (la floraison est en effet peu visible).

On peut cependant noter, au printemps, la brève apparition des fleurs blanches de Cerastium anomalum et la floraison abondante par endroits de Ranunculus sardous. En automne, le jonc se dessèche. Certaines années cependant, il commence déjà à reverdir avant l'hiver.

E - ECOLOGIE

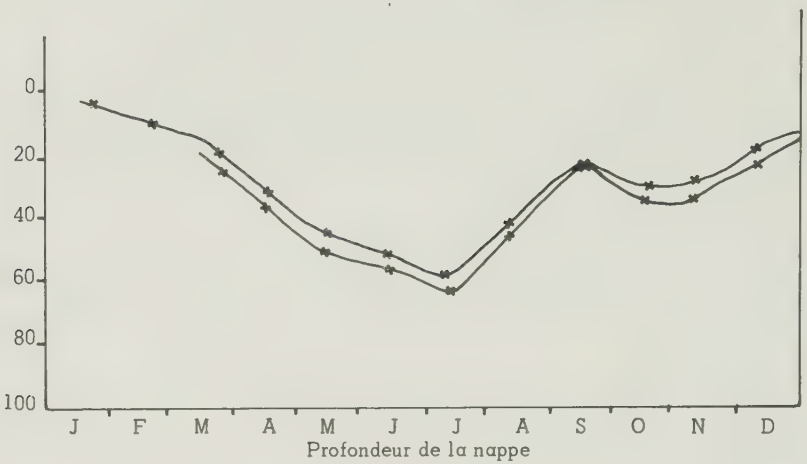
Nous avons étudié deux stations de faible étendue situées près de Lezey, l'une proche du village (Le B3, figure 20), l'autre aux Anciennes Salines (Le A6, figure 21).

1 - Régime hydrique

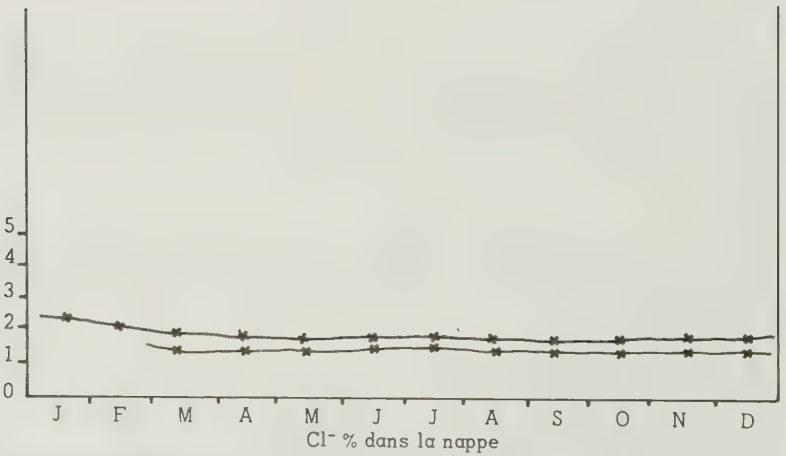
a - *Niveau de la nappe*

Le niveau de la nappe, pendant les mois où les précipitations sont les plus faibles descend à une profondeur de l'ordre de 60 cms, le phénomène de butte commence donc à se manifester ici ; par contre, en hiver, elle est

Figure 20 - Petites Salées-Eaux (Le B3) Juncus gerardi



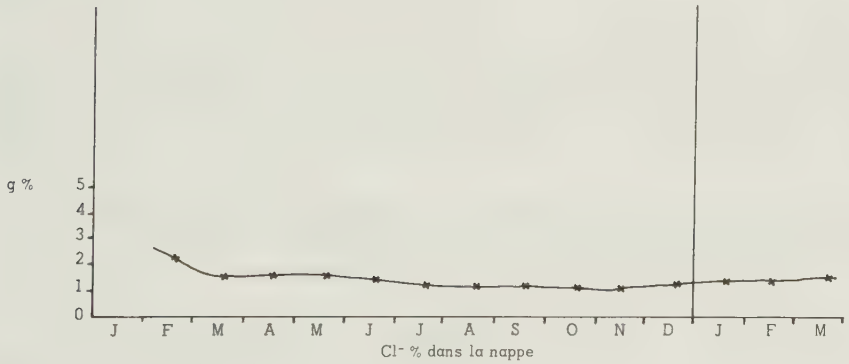
Profondeur de la nappe



Cl^- % dans la nappe

Juncus Le B3

Figure 21 - Anciennes Salines (Le A6) Juncus gerardi



Juncus Gérardi Le A6

constamment voisine de la surface du sol, comme dans les groupements précédents.

A la station Le B3, figure 20, nous avions placé deux tubes piézométriques à 5 m d'intervalle, d'où la double combe figurée sur ces deux graphiques : le remarquable parallélisme de ces courbes montre bien l'homogénéité de la station. Toutefois, il est très significatif de constater que le tube le plus éloigné de la salicorne (10 m) correspond à une nappe moins salée et toujours légèrement plus basse que le second plus proche de la salicorne (5 m) (voir croquis).

b - *Salure de la nappe*

Pour les deux stations étudiées, la salure de la nappe, exprimée en Cl^- % varie de 1,07 à 1,60 g aux Anciennes Salines (Le A6, figure 21) et avoisine 1,80 g près du village (Le B3, figure 20).

La nappe présente donc une teneur en sels plus faible que celle observée sous les groupements à Salicornia et à Glyceria voisins. Pour une même station, la salure apparaît à peu près constante tout le long de l'année.

Elle est légèrement plus salée en hiver, ce qui semble une loi générale à toutes les stations étudiées à Lezey.

c - *Périodes de submersion.*

Après de fortes pluies d'hiver, on peut parfois noter la présence de quelques centimètres d'eau sous l'abondante litière qui recouvre le terrain. Le même phénomène se produit après un gros orage ou une période très pluvieuse. Mais, en règle générale, ces périodes de submersion sont peu fréquentes et toujours plus brèves que dans les groupements précédents, en raison de la topographie (stations plus hautes) et de la meilleure perméabilité du sol.

La teneur en Cl^- de ces eaux de submersion est toujours très basse : de 0,014 g % (Le B3, figure 20) à 0,026 g % (Le A6, figure 21).
Leur pH, légèrement alcalin, avoisine 7,6.

2 - Le sol

a - *Description*

Le premier horizon, épais d'une dizaine de centimètres environ, et résultant de la décomposition de la litière, est brun noir, spongieux, riche en matière organique. Il contient en outre de nombreuses radicelles.

Cet horizon repose sur un socle de consistance plastique, brun ou gris bleu, à microstructure grenue. Il est parcouru sur une profondeur de 30 à 40 centimètres par les grosses racines de jonc et on y trouve fréquemment des taches d'oxyde de fer.

b - *Salure*

La teneur en sels des premiers horizons est pratiquement nulle en hiver et au printemps ; elle n'atteint que des valeurs très basses en été (voisines de 0,20 g en Cl^- %). Il faut cependant noter que pendant le mois de juin 1966, particulièrement chaud et sec, la salure du sol, aux Anciennes Salines a atteint une valeur voisine de 0,35 g.

Le Na^+ représente encore 23,87 % des bases échangeables, mais le Ca^{++} est toujours nettement plus abondant avec 51,76 %. Ces valeurs sont très voisines de celles observées dans le groupement à Glyceria.

Le pH de ces sols garde constamment des valeurs voisines de la neutralité (6,7 à 7,5).

F - CONCLUSIONS

1 - Caractères écologiques généraux

La jonçaie à Juncus gerardi se caractérise par une hygrophilie beaucoup moins marquée que celle des groupements précédents et un sol pratiquement dépourvu de chlorures.

Le profil hydrique garde la même allure générale que dans les groupements précédents : la nappe avoisine la surface du sol en hiver et au printemps, elle ne descend que pendant la sécheresse estivale. Cette nappe est relativement salée, mais elle n'atteint guère la surface du sol durant la période végétative, en raison de la microtopographie.

Les périodes de submersion, par contre, sont beaucoup moins fréquentes et, d'ailleurs, restent brèves : l'écoulement est facilité par la topographie générale, et les premiers horizons du sol sont plus perméables.

La teneur en sels de ces eaux de submersion est toujours très faible.

Le sol, étant mieux structuré et donc plus perméable, est facilement lessivé par les précipitations ; de ce fait, les horizons superficiels ne présentent que de faibles traces de sels pendant l'été, et restent pratiquement déchlorurés le restant de l'année.

2 - Végétation

On note ici l'absence d'halophytes stricts comme la Salicorne et la Spergulaire. Juncus gerardi domine nettement tandis qu'Aster tripolium ne se maintient que par endroits (Petits Roseaux), et sa vitalité est toujours moindre que dans les groupements précédents. Triglochin maritima peut devenir localement assez abondant, colonisant surtout les petites dépressions où l'eau stagne plus longtemps. Ces espèces indiquent encore des terrains humides et chlorurés.

Cerastium anomalum, Lotus tenuis, Carex otrubae, var subcontigua forment un cortège d'espèces très faiblement halophiles, tandis qu'Agrostis stolonifera et Alopecurus geniculatus très abondant par places caractérisent surtout les sols humides et compacts.

Atriplex hastata, var oppositifolia se présente dans ces groupements sous forme de plantules grêles et ne prend sa forme caractéristique que dans les parties marginales où la couverture végétale ne le gène plus. C'est probablement ce qui explique que parfois les jonçaies soient entourées d'une ceinture d'Atriplex pouvant faire faciès. Il disparaît presque complétement dans les stations où cette jonçaie est exploitée (fauche et pâture) et à ce niveau apparaissent de nombreuses espèces prairiales très abondantes dans les champs voisins.

Agropyrum repens et Festuca arundinacea annoncent déjà le groupement suivant.

G - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

D'après Beeftink (1965), ce groupement peut être rattaché à la Classe de l'Asteretea tripolium, Westhoff et Beeftink 1962, à l'Ordre du Glauceto puccinellietalia Beeftink et Westhoff 1962, à l'Alliance de l'Armerion maritima Br. Bl. et de Leeuw 1936, et à l'Association du Juncetum gerardi Warming 1906.

Il faut néanmoins signaler qu'en Lorraine, cette association est très appauvrie. En effet, on ne trouve pas Plantago maritima, Glyceria maritima, Glaux maritima, Armeria maritima, Limonium vulgare espèces communes de l'Armerion maritimae des côtes de la Manche et de la Mer du Nord. D'ailleurs Duvigneaud (1967) en fait une association nouvelle, le Cerastieto-Juncetum gerardii. La présence presque constante dans les relevés de Cerastium anomalum est en effet une bonne caractéristique des groupements à Juncus gerardi de la Lorraine. D'ailleurs l'appauvrissement considérable de notre

groupement par rapport aux associations homologues du littoral ou de l'Allemagne justifie bien ce point de vue au moins si l'on se place sous l'angle floristique, faute de renseignements suffisants sur l'écologie.

C'est à cet appauvrissement que Duvigneaud attribue "le phénomène de remplacement qui amène dans un pré à salinité déjà élevé des plantes comme Cerastium dubium, Ranunculus sardous, Lotus tenuis, Myosurus minimus, Carex distans". Ce fait s'explique en fait beaucoup mieux lorsqu'on examine les conditions édaphiques du groupement, dont le sol est pratiquement dépourvu de chlorures et dont la nappe phréatique salée n'atteint pas la rhizospères durant la période végétative. Les jonçaies sont donc des groupements peu salés ce qui n'apparaissait pas dans les résultats des analyses des eaux de submersion effectués par Duvigneaud, et dont certains paraissent anormalement élevés.

SECTION 2 - GROUPEMENTS A AGROPYRUM REPENS

A - COMPOSITION FLORISTIQUE - STRUCTURE (Relevés n° 7)

Ce groupement où le recouvrement atteint toujours 100 % forme des prairies denses et élevées (50 cms à 1 m) nettement dominées par Agropyrum repens qui y atteint un développement et une vigueur considérables. Il représente ainsi, avec Festuca arundinacea très abondante par endroits, la strate herbacée principale.

On note la présence en sous-strate de Juncus gerardi, toujours abondant mais beaucoup moins visible, en raison de sa taille plus modeste.

Quelques espèces, communes dans les prairies halophiles et dont certaines apparaissaient déjà dans le groupement précédent, sont également présentes. C'est ainsi que l'on peut encore trouver Lotus tenuis, Ranunculus sardous, Carex otrubae, var subcontigua (plus fréquent) et qu'apparaissent quelques touffes d'Althaea officinalis.

Atriplex hastata fréquent auparavant a complétement disparu.

On trouve également quelques pieds de Pulicaria dysenterica, Epilobium tetragonum et Hordeum secalinum, mais c'est à ce niveau que se manifestent avec le plus d'abondance les espèces communes dans les prairies avoisinantes : Senecio jacobaea, Daucus carota, Potentilla reptans, Poa pratensis etc ...

B - LOCALISATION

Le groupement à Agropyrum repens se développe sur les marges des prairies halophiles. Fauché régulièrement et pâturé par les animaux, il ne recouvre pas, en général, de grandes surfaces.

C - PHYSIONOMIE

Les espèces annuelles comme Lotus tenuis et Ranunculus sardous sont cachées par le développement vigoureux de l'Agropyrum, ce qui explique que la physionomie évolue peu au cours de l'année.

D - ECOLOGIE

Nous avons étudié trois stations à Lezey : deux sont situées près

Relevés nº 7 - Groupements à Agropyrum repens

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Surface en m^2	100	100	10	4	16	16	16	4	100	4	25	4	16		16			
Recouvrement en %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Hauteur végétation en cm	80	80	50-60	50-60	80	100-150	100	70	70	100	100	130	130	130	130			
Station	LeB_4	LeB_5	Le A	Le A	LeA	LeA	LeA	LeB_4	LeB_4	LeB_5	LeB_5	LeB_5	LeB_5	LeB_5	LeB_5			
Juncus gerardi	3-1	3-1	3-5	2-1	4-5	4-5	4-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	2-5			
Agropyrum repens	5-5	5-5	4-5	5-5	4-5	5-5	5-5	5-5	5-5	3-5	3-5	4-5	4-5	4-5	3-5			
Festuca arundinacea					+2	1-2	+1	+-2	+-2	3-5	4-5	1-1	2-5	2-5	4-5			
Lotus tenuis			+-1	+-2	+-1	+-1		+-2			+-1		+-1					
Carex otrubae	+-1	+-2	+-1			1-2	1-2			+-2	+-2			+-1				
Ranunculus sardous		+-1	+-1								+			+				
Althaea officinalis					+-2	+-2	+-1											
Pulicaria dysenterica		+											+-1	+				
Poa pratensis	+-1	2-1	2-1	2-2	+-1	+	+											
Epilobium tetragonum	+-1	1-1	+-1			+-1							+-1	+				
Rume conglomeratus													+					
Potentilla reptans		+-3								2-3				1-3				
Senecio jacobaea										2-3		+-2	1-1	1-3				
Daucus carota										+				+				
Hordeum secalinum							+-2		+2	1-2	1-2			+	+			

du village (Le B4, figure 22, Le B5, figure 23), et l'autre aux Anciennes Salines (Le A7, figure 24). Elles constituent la zone la plus externe des cuvettes halophiles et bordent la jonçaie à Juncus gerardi.

1 - Régime hydrique

a - *Niveau de la nappe*

Pour une station donnée, les variations du niveau de la nappe suivent fidélement celles observées sous le groupement voisin à Juncus gerardi- mais elle descend légèrement plus bas car le phénomène de butte s'accuse.

b - *Salure de la nappe*

Dans les stations situées près du village, la salure de la nappe en Cl^- % varie de 1,4 à 1,5 g pour l'une (Le B4, figure 22), et de 1,0 à 1,2 g pour l'autre (Le B5, figure 23). Elle est donc légèrement moins concentrée que dans le groupement à Juncus gerardi situé tout à côté (Le B3, figure 20). Cette observation confirme bien le fait selon lequel la nappe descend et se dessale de plus en plus au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la salicorne. Par contre, aux Anciennes Salines (Le A7, figure 24), la salure reste voisine de 1,80 et se trouve donc être un peu plus forte que sous la jonçaie (Le A6, figure 21).

En résumé, la salure de cette nappe reste très voisine de celle mesurée sous le groupement précédent et ne varie que très peu au cours de l'année.

c - *Périodes de submersion*

Elles sont toujours brèves et ne se voient qu'après l'hiver ou après de fortes précipitations.

La teneur en Cl^- des eaux de submersion reste très basse 0,014 g (Le B4, figure 22), 0,017 g (Le B5, figure 23), et leur pH est légèrement alcalin (7,3 à 7,6).

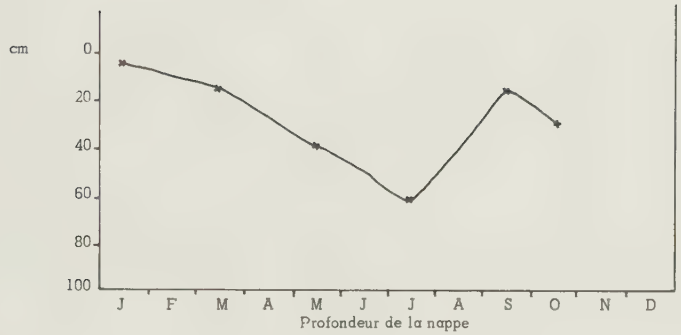
2 - Le sol

a - *Description*

Comme dans le cas précédent, nous avons un premier horizon de teinte brun-noir, à structure grenue, où se localise l'enracinement maximum.

En-dessous se trouvent des horizons plus clairs de consistance plastique avec des racines beaucoup plus rares. On y trouve aussi des taches d'oxyde de fer.

Figure 22 - Petites Salées-Eaux (Le B4) Agropyrum



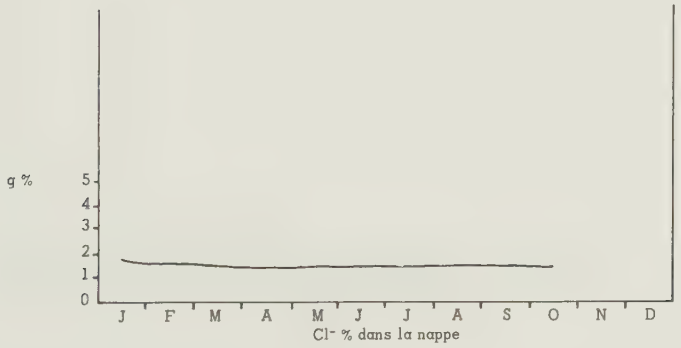
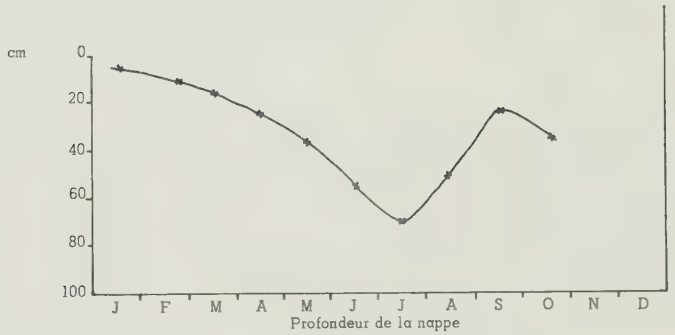
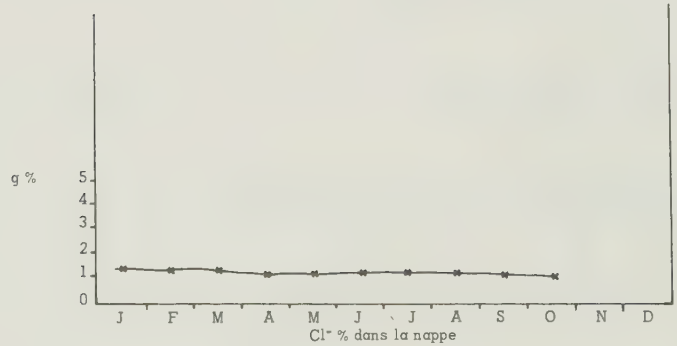


Figure 23 - Petites Salées-Eaux (Le B5) Agropyrum

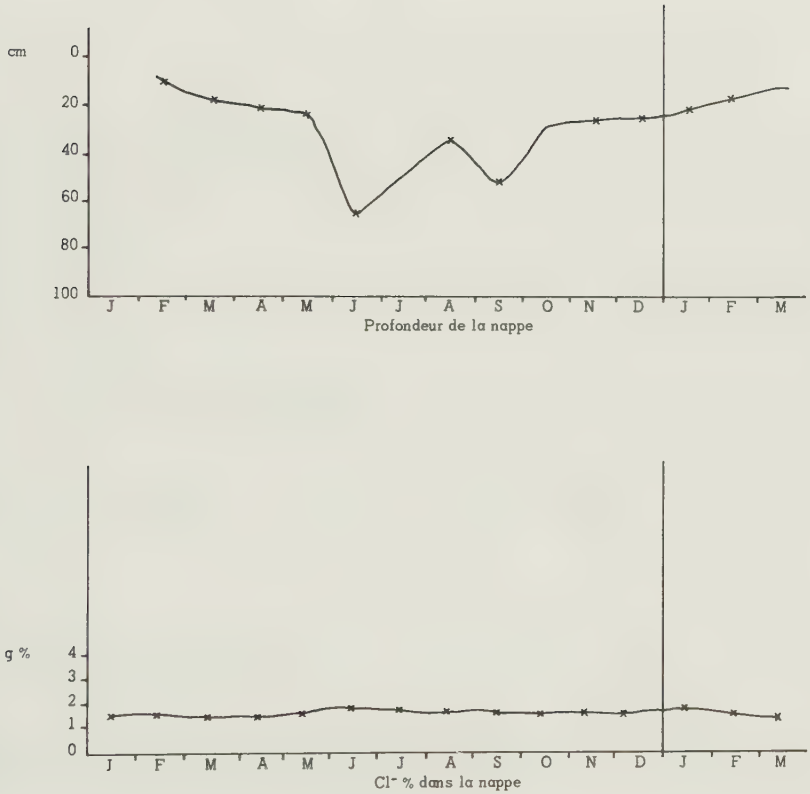


Profondeur de la nappe



Cl^- % dans la nappe

Figure 24 - Anciennes Salines (Le A 7) Agropyrum



b - *Salure du sol*

Le premier horizon ne présente plus que de très faibles traces de chlorures en été. Il est entièrement dessalé la majeure partie de l'année.

Le Na^{+}ne représente plus que 18,23 % des bases échangeables et le Ca^{++}, plus abondant, 41,64 %.

Le pH de ces sols garde constamment des valeurs voisines de la neutralité.

E - CONCLUSIONS

1 - Caractères écologiques généraux

Les près à Agropyrum repens présentent donc des caractères écologiques très voisins de ceux de la jonçaie à Juncus gerardi et se caractérisent aussi par une faible hygrophilie jointe à un sol pratiquement déchloruré.

Les variations de la nappe sont les mêmes dans les deux groupements, pour une station donnée. Elle se rapproche de la surface en hiver et au printemps, et ne descend pas à une grande profondeur pendant l'été.

Les eaux de submersion, toujours très faiblement chlorurées s'écoulent facilement en raison de la position topographique plus élevée de ces groupements et aussi de la meilleure perméabilité du sol.

Les premiers horizons bien structurés par les racines sont pratiquement déchlorurés pendant toute l'année.

2 - Végétation

Juncus gerardi accompagné d'un cortège d'espèces tolérantes à de faibles concentrations de chlorures, est encore abondant, mais la physionomie de ce groupement est due à la dominance très nette d'Agropyrum.repens .

Festuca arundinacea devient très abondante et peut faire faciès, elle est alors accompagnée d'espèces caractérisant les prairies cultivées avoisinante (Senecio jacobaea, Daucus carota, Potentilla reptans, etc ...).

On peut donc considérer ce groupement à Agropyrum repens comme un terme de passage entre les prairies halophiles bien caractérisées et les pâturages normalement exploités et entretenus.

F - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

Ces groupements se développent et forment une sorte de ceinture autour des prairies halophiles. Leur composition florisitique où l'on remarque l'absence d'halophytes stricts et leur situation dans une zone de contact entre terrains salés et dessalés pourraient les faire classer dans l'Alliance de l'Agropyro-rumicion crispi Nordhagen 1940 ainsi que l'ont déjà montré Westhoff et CG Van Leeuwen (1961) puis en 1962 Beeftink.

Duvigneaud (1967) critique cette manière de voir, apportant à l'appui de son point de vue des arguments écologiques de valeur. Il s'exprime ainsi "Personnellement nous ne pouvons accepter pareille subordination des prairies halophiles à Agropyrum à des Classes qui sont uniquement ou presque uniquement caractérisées par des espèces nitrophiles et qui rassemblent surtout des associations nitrophiles. Une bonne classification phytosociologue doit conjuguer les caractères physionomiques et floristiques pour la hiérarchisation des groupements et la constitution des unités supérieures. Visiblement ici, Beeftink a tenu compte seulement de certains critères floristiques. Grouper dans une même unité supérieure, et des groupements rudéraux plus ou moins bien stabilisés, et des groupements prairiaux utilisés pour la production de foin et où les espèces nitrophiles n'apparaissent que dans la mesure où le fauchage régresse, nous semble assez illogique".

L'auteur propose donc de classer l'association nouvelle qu'il décrit en Lorraine sous le nom d' "Agropyreto-Juncetum Gerardi", ainsi que les diverses associations à Agropyrum du littoral déjà connues, dans une alliance nouvelle de l'ordre des Glauceto-Puccinellietalia, l'Agropyro-Atriplicion salinae.

SECTION 3 - GROUPEMENTS A ALTHEA OFFICINALIS ET BUTTES A CENTAUREA

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (Relevés n° 8)

Ils sont nettement dominés par Althaea officinalis et Arrhenatherum elatius qui deviennent particulièrement abondants. Juncus gerardi, toujours présent, est le seul halophyte qui arrive à se maintenir dans ce groupement, mais il végète sous le couvert relativement dense dû aux autres espèces.

On note également l'apparition de tout un cortège d'espèces également très communes dans les près ou sur les bords des chemins comme Daucus Carota, Cirsium arvense, Agrimonia Eupatoria, Senecio jacobaea, Medicago Lupulina, etc ... On y trouve aussi des plantes qui affectionnent les sols lourds et humides comme Symphytum officinale, Pulicaria dysenterica, Thrincia hirta, etc ...

Le phénomène le plus remarquable est la présence de quelques espèces arbustives comme Fraxinus excelsior, Prunus spinosa, Cornus sanguinea qui n'arrivent cependant pas à atteindre leur plein développement, et sont très clairsemées.

B - STRUCTURE

C'est un groupement fermé où le recouvrement est toujours de 100 %. La hauteur de la végétation est souvent élevée (généralement supérieure à 1 m) et les touffes d'Althaea officinalis et de graminées forment la strate herbacée principale. Juncus gerardi et les espèces annuelles constituent une seconde strate beaucoup moins importante. La litière est toujours abondante.

C - LOCALISATION

Ces groupements arrivent à s'implanter dès que le sol a atteint un certain degré de surélévation. Ils colonisent alors les petites buttes situées entre les chenaux de drainage, les parties les plus externes des cuvettes halophiles ou dans certains endroits les berges des rivières.

D - PHYSIONOMIE

C'est une prairie qui garde un aspect assez uniforme pendant la

Relevés nº 8 - Buttes a Althea officinalis

Numéros des relevés	1	2	3	4	5
Surface en m^2	6	30	16	20	10
Recouvrement en %	100	100	100	100	100
Hauteur végétation en cm	80-100	80-100	130	130	130
Station	L.F	L.F	L.F	L.F	L.F
Althaea offinalis	1-2	3-2	3-3	3-3	5-5
Arrhenaterum elatius	3-2	3-2	3-2	4-5	1-5
Juncus gerardi	2-1	2-1	2-1	1-1	2-1
Daucus carota	1-1	1-1	1-1	+1	+1
Dactylis glomerata	+-2	+-2	+-2	+-2	+-2
Cirsium arvense	2-1	+-1	+-1	+-1	3-1
Acrimonia eupatoria	1-1	+1	1-3	+1	+1
Cerastium pumilum	1-1	1-1	1-1	+1	
Dipsacus sylvestris	+-2	+1	+1		
Medicago lupulina	1-3	+3	1-3		
Senecio jacobaea	1-2	+2	+		+-3
Pulicaria dysenterica	1-1	2-1	+3		
Epilobium tetragonum	+-1	+-1	+-1		
Thrincia hirta	+-1				
Hordeum secalinum	+-2				
Fraxinus excelsior		+-1			
Torilis anthriscus		3-1			
Symphyptum officinale		+-2			
Achillea millefolium		+-1			

plus grande partie de l'année et d'où émergent des touffes d'Althaea officinalis assez denses avec de place en place un buisson rabougri.

E - ECOLOGIE

Nous avons étudié un groupement typique situé derrière la ferme de Lagrange-Fouquet (L.F. 2, figure 25).

1 - Régime hydrique

a - *Niveau de la nappe*

Pendant les mois d'été, le niveau de la nappe ne descend pas à plus de 40 cm de la surface du sol mais elle ne s'en approche jamais à moins de 15 cm pendant l'hiver. Dans la même station, sous la salicorne, la nappe imbibe constamment les premiers horizons mais un ressaut d'une vingtaine de cm sépare ces groupements, ce qui explique les différences constatées dans les mouvements de la nappe.

b - *Salure de la nappe*

La salure de la nappe exprimée en Cl^- % est voisine de 1,20 g pendant toute l'année ; elle est donc moins élevée que sous la salicorne voisine (2,5 g).

Son pH varie de 7,2 à 7,9 avec le plus généralement des valeurs de 7,6.

c - *Eaux de submersion*

En raison de leur altitude relative plus élevée, ces groupements ne connaissant jamais d'inondations même pendant les fortes précipitations.

2 - Le sol

a - *Description*

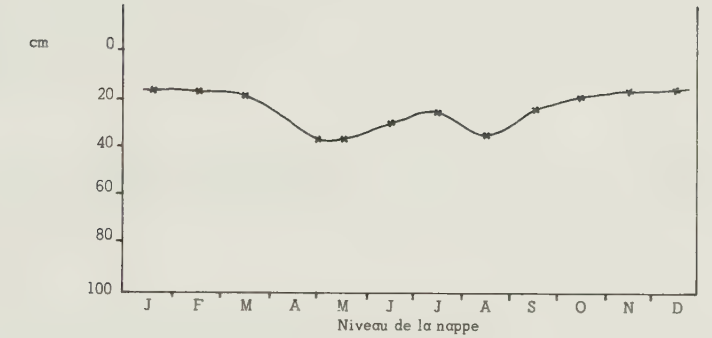
Dans les premiers horizons (10-15 cm) l'enracinement est intense. La terre est brune, bien structurée (macrostructure polyédrique). On retrouve ensuite un socle gris-bleu de structure massive avec traces d'hydromorphie. Le pH pris dans l'horizon d'enracinement garde toute l'année des valeurs très voisines de 7,4.

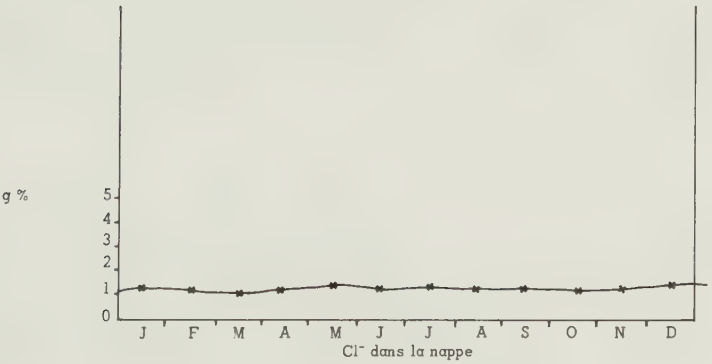
L'humidité est voisine de 27 % pendant les mois les plus chauds et peut atteindre 38 % en hiver.

b - *Salure*

Les premiers horizons se caractérisent par le dessalage total et,

Figure 25 - Lagrange-Fouquet (L.F. 2) Althaea





tout au plus, peut-on noter de très faibles traces de Cl^- après une période de beau temps prolongée.

F - CONCLUSIONS

1 - Caractères écologiques généraux

La topographie particulière de ces groupements à Althaea officinalis, jointe à une bonne perméabilité du substrat facilitant le lessivage par les pluies, font que les premiers horizons du sol sont entièrement déchlorurés, et relativement secs. Celui-ci est cependant très lourd et humide en dessous de la zone d'enracinement. La nappe salée reste proche de la surface sans cependant jamais l'atteindre, et les variations saisonnières de niveau sont faibles.

L'hygrophilie est nettement moins marquée que dans les groupements précédents du fait qu'il n'y a jamais de submersion même temporaire.

2 - La végétation

Ces conditions particulières peuvent expliquer la présence d'halophytes comme Juncus gerardi ou d'espèces tolérantes comme Althaea officinalis dont les rhizomes ou racines descendent à une certaine profondeur, et se trouvent, par conséquent, en contact avec un substrat relativement salé. Par contre, les Graminées et toutes les espèces qui n'ont pas un système radiculaire très profond peuvent s'y implanter et s'y développer. Les plantes des sols lourds et humides et même certaines rudérales trouveront là aussi les conditions favorables. Les espèces arbustives, par contre, sont manifestement gênées par la présence toute proche de la nappe salée et ne font que végéter, sans pouvoir atteindre un développement normal.

Ces groupements occupent le même niveau que ceux à Agropyrum repens mais ils semblent ne pouvoir évoluer que dans les parcelles laissées à l'abandon depuis longtemps. Ils représenteraient donc une végétation en état d'équilibre sur les marges des près halophiles. Ce sont des associations de lisière qui, si la nappe venait à baisser pour une raison ou une autre, évolueraient vers un stade boisé avec Crataegus, Prunus spinosa, etc ... A l'inverse, une remontée de la nappe modifierait considérablement la physionomie du groupement.

G - HAUTES BUTTES A CENTAUREA JACEA (Relevés n° 9)

Du point de vue topographie et caractères écologiques généraux, on peut rapprocher les groupements à Althaea de certaines buttes situées elles aussi en lisière des près salés mais caractérisées par une végétation toute différente. Nous avons observé de telles buttes aux Anciennes Salines de Lezey, à proximité des groupements à Juncus (Le A9, figure 26).

La nappe phréatique est beaucoup plus profonde : pendant l'hiver, elle oscille, à son point le plus haut, entre -50 et -70 cm et, pendant l'été, peut descendre à -135 cm. Sa salure se maintient toute l'année à une valeur assez élevée voisine de 2 g en Cl^- % et son pH, légèrement acide, varie de 6,2 à 6,9.

Le sol, bien structuré, s'assèche plus vite et si en hiver son humidité avoisine 38 %, elle présente en été des valeurs comprises entre 17 et 20 %. Les premiers horizons sont entièrement déchlorurés même pendant les fortes chaleurs et leur pH varie entre 5,5 et 6,2 avec le plus généralement une valeur de 5,8.

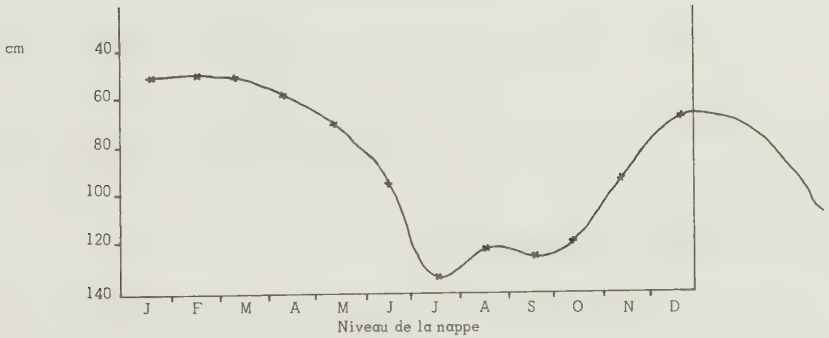
Ces buttes sont à l'abri de toute submersion et l'horizon d'enracinement est soumis à un lessivage important.

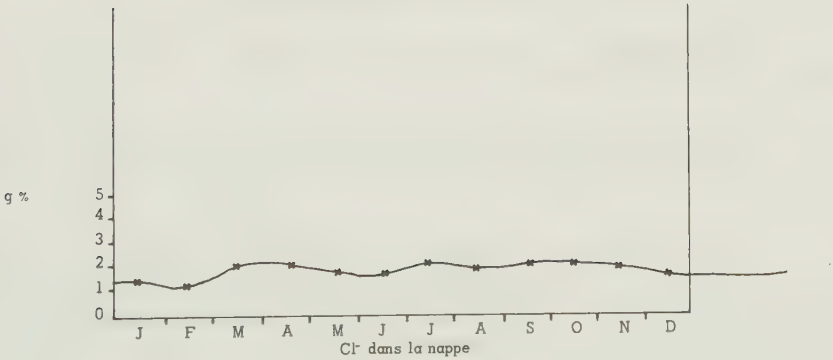
Sur ces buttes s'installent des Graminées nombreuses et variées mais la végétation est cependant dominée par Centaurea Jacea et Ononis campestris qui deviennent très abondants. Les halophytes et les hygrophytes ont entièrement disparu pour céder la place aux espèces des sols secs.

Relevés nº 9 - Buttes à Centaurea

Numéros des relevés	1	2
Surface en m^2	4	16
Recouvrement en %	100	100
Hauteur végétation en cm	50-90	50-90
Station	Le	Le
Centaurea jacea	3-3	3-3
Achillea millefolium	+	+
Ononis campestris	3-3	3-3
Lotus corniculatus	1-1	+
Briza media	+	+
Agrostis vulgaris	+	+
Cynosurus cristatus	+	+
Festuca sp.	+	+
Agropyrum repens	+	+
Hordeum secalinum	+	+
Dactylis glomerata	+	+
Poa pratensis	+	
Hypericum perforatum	+	
Cirsium lanceolatum		+
Thrincia hirta		+
Cerastium triviale		+
Allium vineale		+
Lolium tenue		+
Trifolium repens		+

Figure 26 - Anciennes Salines (Le A9) Centaurea





CHAPITRE IV

- GROUPEMENTS AQUATIQUES -

GROUPEMENTS A RANUNCULUS BAUDOTI OU RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS

GROUPEMENTS A ZANNICHELLIA PALUSTRIS

Ces deux groupements évoluant dans le même type de station et présentant des conditions écologiques analogues, il parait logique de les décrire simultanément.

A - COMPOSITION FLORISTIQUE (Relevés n° 10)

Ces deux groupements, franchement aquatiques, se caractérisent, soit par Ranunculus baudoti ou plus rarement Ranunculus trichophyllus, soit par Zannichellia palustris quelquefois mélangée à Chara vulgaris.

Ces espèces se développant densément deviennent très nettement dominantes au milieu des fossés ou des petites mares.

Aster tripolium reste relativement abondant et se présente sous forme de grosses touffes très vigoureuses.

Scirpus maritimus semble avoir une vitalité beaucoup plus réduite et n'est plus représenté que par quelques individus isolés et plus ou moins rabougris.

Ces deux dernières espèces ont d'ailleurs tendance à se localiser sur les bords, là où le niveau d'eau est le moins important. On note de place en place la présence de puissantes touffes de Triglochin maritima ; quant à Alopecurus géniculatus il est souvent présent et peut former parfois de petites colonies en bordure des fossés ou des mares.

Scirpus tabernaemontani apparaît beaucoup plus rarement et reste en touffes isolées.

Relevés n° 10 - Groupements aquatiques à Ranunculus baudoti ou Ranunculus trichophyllus et à Zannichellia palustris

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Surface en m^2	9	4	9	25	16	16	16	25	25	4	9	9	9	4	16	16	4
Recouvrement en %	80	80	70	80	95	95	95	90	90	60	60	60	60	60	50	50	20
Hauteur végétation en cm	20	20	25	30	15	15	20	15	15	15	20	20	20	20	15	15	15
Stations	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Le B	Le B	Le B	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Petits roseaux	Le B	Le B	Petits roseaux
Scirpus maritimus	2-1	2-1	2-2	1-1	1-1	+-1	2-1		+-1	+-1	+-1	+-1	1-1	+1		+1	+1
Aster tripolium	3-2	2-2	2-2	3-2	2-1	1-3	2-3	1-2	1-2	1-2	2-2	3-2	4-2	4-2	3-3	3-3	1-2
Ranunculus baudoti	4-5	4-5	3-3	4-5				+	+	1-3	1-2	2-2	2-3				
Ranunculus trichophyllus					5-5	+	+										
Zannichellia palustris					1-2	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	4-5	4-5	2-3	3-3	3-5	3-5	1-3
Chara vulgaris					+	2-1	3-4								+		
Triglochin maritima			+-1											+			
Alopecurus geniculatus	+		+		3-5	1-3	1-3								3-5	4-5	
Scirpus tabernaemontani															1-3	+	

B - STRUCTURE - LOCALISATION

Ces groupements envahissent certains fossés et certaines mares presque continuellement remplis d'eau saumâtre. Les espèces dominantes montrent parfois une telle vigueur que la surface de l'eau est presque entièrement cachée et le recouvrement peut alors avoisiner 95 %. Le plus généralement, il oscille entre 60 et 80 %.

B - PHYSIONOMIE

Le début de la végétation se manifeste au printemps par l'abondance floraison des Renoncules. Pourtant, celle-ci est très éphémère et pendant l'été les touffes de Renoncules s'amenuisent progressivement pour disparaître presque entièrement pendant la période d'asséchement. On remarque alors de nombreuses germinations. Zannichellia palustris pousse pratiquement en même temps, mais conserve la même vigueur pendant toute l'année. La végétation repart après la brève période d'asséchement. A l'automne, les bords des fossés sont soulignés par l'éclatante floraison d'Aster tripolium.

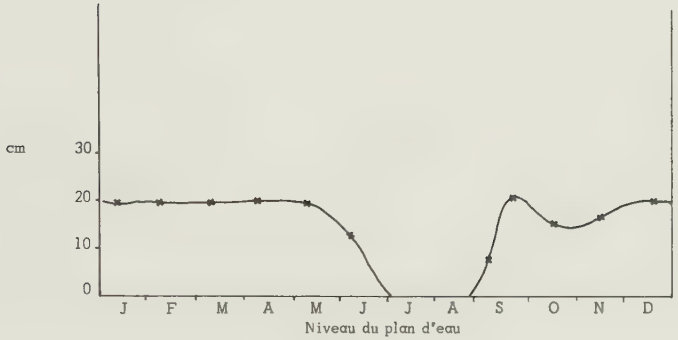
C - ECOLOGIE

Les conditions écologiques sont les mêmes dans les deux groupements et la présence de l'une ou l'autre des espèces caractéristiques ne semble pouvoir s'expliquer que par le jeu de la concurrence vitale. On note d'ailleurs que très souvent Ranunculus baudoti se trouve mélangée à Zannichellia palustris.

Nous avons étudié près du village de Lezey une série de petites mares semi-permanentes dont certaines sont envahies par Ranunculus trichophyllus et d'autres par Zannichellia palustris (mare 5, figure 27 ; mare 6, figure 28 ; mare 7, figure 29). Elles communiquent temporairement entre elles au moment des hautes eaux et représentent probablement les derniers vestiges d'un ruisseau dont le cours s'est comblé peu à peu.

Sur la commune de Saint-Médard, entre Marsal et Dieuze, nous avons effectué des relevés et fait des mesures de salinité dans les anciens fossés de drainage d'une grande prairie halophile à Juncus gerardi. Certains de ces fossés sont, tous les ans, colonisés par des peuplements de Ranunculus baudoti plus rarement de Ranunculus trichophyllus, d'autres sont surtout caractérisés par Zannichellia palustris.

Figure 27 - Mare 5 (Le B) Ranunculus trichophyllus



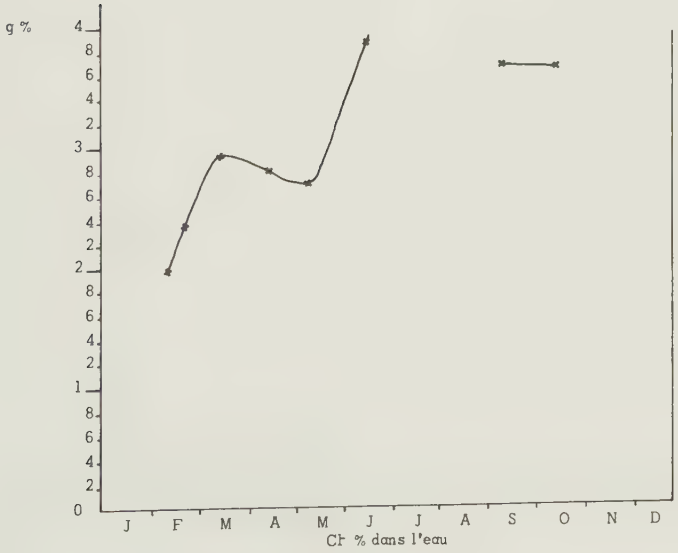


Figure 28 - Mare 6 (Le B) Zannichellia

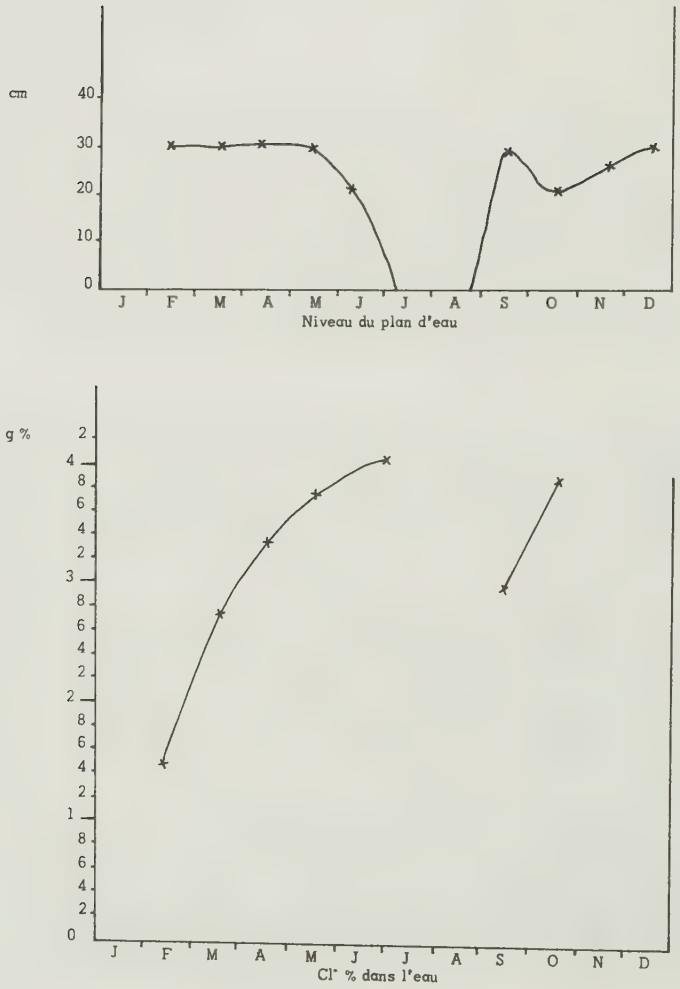
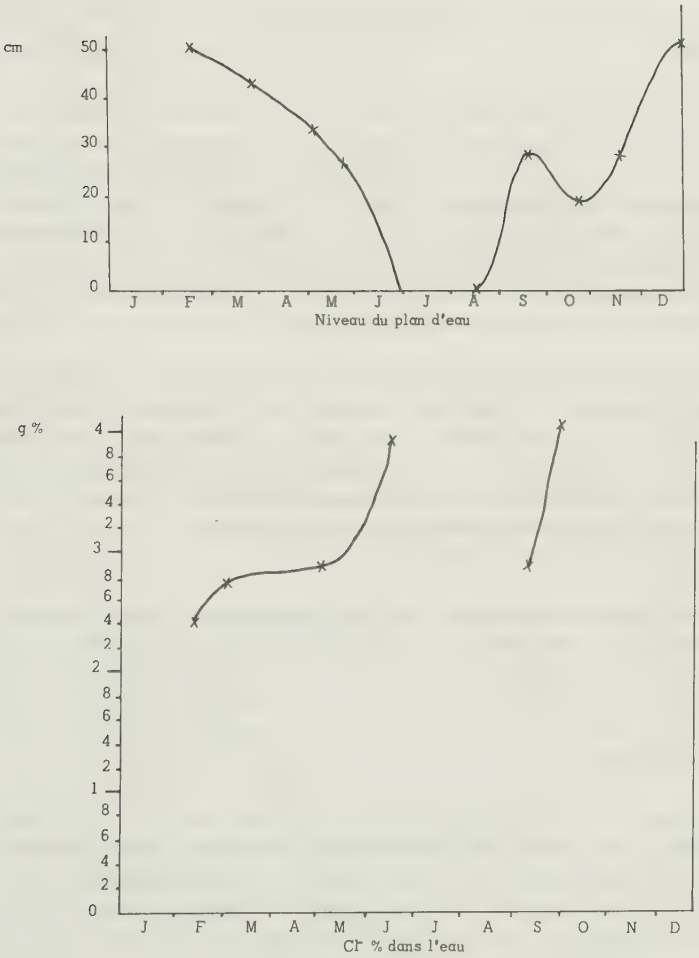


Figure 29 - Mare 7 (Le B) Zannichellia



1 - Régime hydrique

a - *Périodes de submersion*

Les mares ou les fossés sont remplis pendant la majeure partie de l'année par de l'eau saumâtre dont le niveau subit des oscillations variables.

Les périodes d'asséchement sont toujours très brèves et se produisent pendant les fortes chaleurs de l'été (juillet-août en 1966).

b - *Salure des eaux de submersion*

L'eau des mares situées près de Lezey montre une teneur en chlore voisine de 2 g % au moment du début de la végétation (en février). Elle augmente ensuite régulièrement jusqu'à la période d'asséchement et peut atteindre des valeurs considérables approchant ou même dépassant 4 g %. Lorsque ces mares se remplissent à nouveau, le taux de chlore est encore élevé : 3 g % en général, et il peut d'ailleurs augmenter encore légèrement avant de chuter brusquement en hiver.

La salure serait donc ici comparable à celle de la nappe des groupements à Salicornia et à Glyceria qui sont tout proches (2 g % environ) . Ce phénomène ne peut surprendre quand on considère, pour cette station, la profondeur de ces dépressions et la présence constante de la nappe dès les premiers horizons du sol. On peut donc penser que les mares sont remplies par la nappe qui se concentre en été par évaporation.
Le pH de ces eaux varie de 7,1 à 8,7.

Des mesures effectuées dans les fossés des Petits Roseaux montrent des teneurs variables voisines de 2 g de Cl^- % pour les fossés à Ranunculus baudoti. Elles oscillent entre 6 et 8,50 g et même 10,63 g % pour d'autres, où ne poussent que quelques Asters et de rares touffes de Zannichellia.

2 - Le sol

Comme pour les groupements à Scirpus maritimus, le sol présente une structure massive et une consistance plastique. Les premiers horizons sont noirs et en profondeur la couleur devient uniformément gris-bleu.

E - CONCLUSIONS

1 - Caractères écologiques généraux

Toutes les stations étudiées ont un caractère commun : une hygrophilie très marquée. Elles sont en effet recouvertes de 10 à 40 cm d'eau

saumâtre pendant la majeure partie de l'année. Les périodes d'assèchement sont toujours brèves, parfois même inexistantes certaines années où la pluviosité est élevée. Elles se produisent d'ailleurs à la fin de l'été lorsque la plupart des espèces ont bouclé leur cycle végétatif.

La teneur en Cl de ces eaux de submersion est variable mais monte toujours des valeurs très élevées.

2 - La végétation

Ces milieux particuliers expliquent l'importance prise par les halohygrophytes comme Ranunculus baudoti et Zannichellia palustris. Aster tripolium présent partout et toujours vigoureux montre ainsi une grande plasticité écologique : avec Zannichellia palustris il est la seule espèce à survivre dans des fossés contenant une eau dont la salure atteint 10,63 g de Cl %. Scirpus maritimus ne trouve plus là des conditions écologiques favorables. La trop grande teneur en sels des eaux freine son développement et il ne subsiste que sous forme d'individus rabougris.

La frange à Alopecurus geniculatus forme un terme de passage vers la prairie halophile voisine où domine alors Juncus gerardi. Il faut aussi remarquer que, si certaines années la période d'assèchement est plus longue que de coutume, on voit se développer, au fond de certaines mares, de nombreux pieds d'Atriplex hastata . Leur durée est éphémère, car ils ne peuvent résister à l'arrivée d'eau due aux précipitations pendant l'hiver.

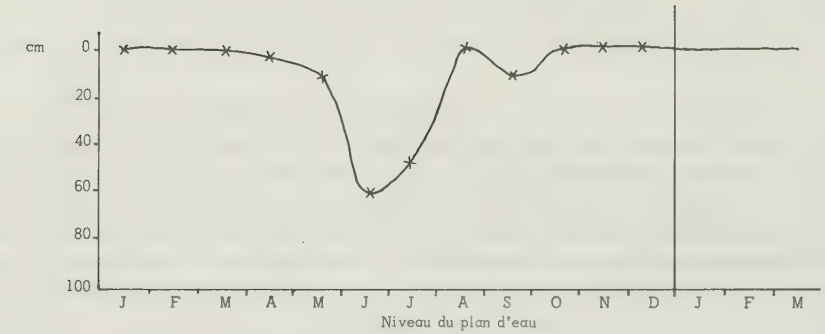
Aux Anciennes Salines de Lezey, une mare permanente assez profonde se caractérise par une frange de Ruppia rostellata. La salure de ses eaux en Cl^- % voisine de 1 g pendant l'hiver et dépasse 3 g pendant l'été (figure 30).

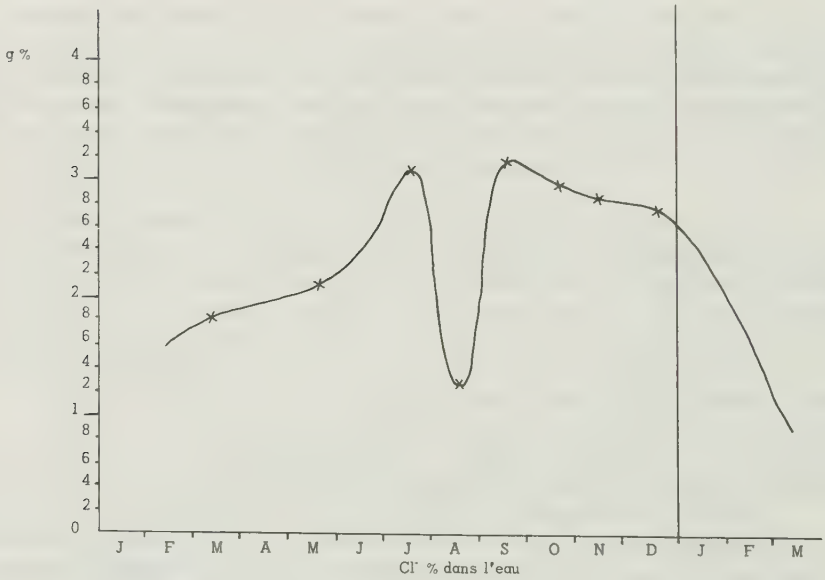
Une autre mare distante de quelques mètres seulement et aussi profonde présente une salure beaucoup plus élevée atteignant presque 7 g pendant l'été. Il n'y a aucune végétation (figure 31).

F - POSITION PHYTOSOCIOLOGIQUE ET DISCUSSION

Ces groupements doivent manifestement être rattachés à l'association du Ruppieto maritimae enteromorphetum de Westhoff (1943) appartenant l'alliance de Ruppion maritimae Br. Bl. 1931. C'est aussi l'avis de Duvigneaud (1967) qui les sépare nettement des groupements à peine halophiles de la Seille et de la Petite Seille.

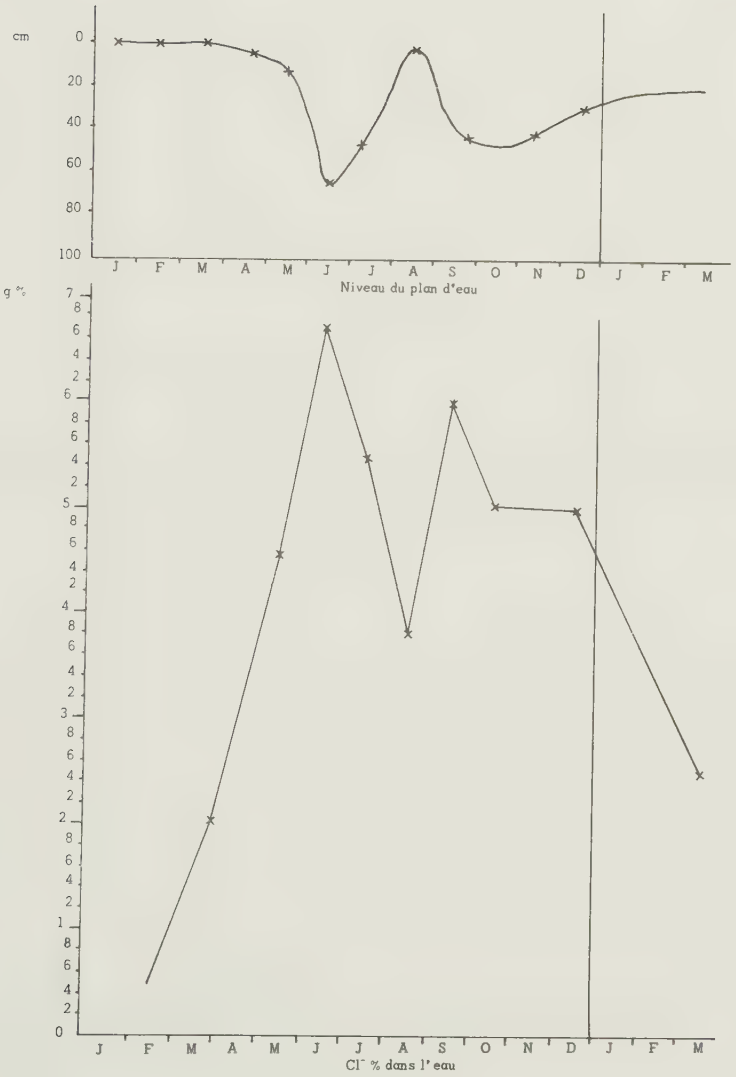
Figure 30 - Mare à Ruppia - Anciennes Salines





Mare à Ruppia - Lezey A

Figure 31 - Mare sans végétation - Anciennes Salines



QUATRIEME PARTIE

- LES RELATIONS ENTRE LE MILIEU ET LA VEGETATION -

CHAPITRE I

- LES VARIATIONS DES FACTEURS ECOLOGIQUES -

A - LA NAPPE PHREATIQUE

1 - Niveau de la nappe

Dans tous les groupements examinés, et quel que soit le degré d'hygrophilie et de salure, la nappe phréatique ne descend pratiquement jamais à plus d'un mètre de la surface du sol. C'est là une des caractéristiques fondamentales des stations examinées.

Les mouvements de la nappe phréatique obéissent à une règle qui ne souffre aucune exception : en hiver, elle reste presque toujours en surface ce qui explique l'allure de marais que prennent alors ces stations. Par contre, en été, la forte évaporation liée à l'augmentation de la température, fait toujours baisser son niveau. Toutefois, même à cette saison, une forte pluie ou un violent orage peut entraîner une remontée temporaire, ce qui donne à certaines courbes leur allure en dent de scie particulière. Ainsi, on observe sur les courbes une nette remontée de la nappe en août, sans doute liée à la forte pluviométrie de ce mois.

L'amplitude des mouvements de la nappe est également un facteur écologique de grande importance : une amplitude nulle ou faible signifiera que les plantes devront, durant tout leur cycle végétatif, s'accomoder de la salure de la nappe, dans laquelle elles plongent leur système radiculaire : l'évolution de cette salure devient, dans ce cas, un facteur déterminant.

Si, au contraire, l'amplitude tend à croître, une part plus ou moins importante du cycle végétatif s'effectuera dans des conditions telles, que les plantes ne seront plus immédiatement tributaires de la salure de la nappe, puisque, en été au moins, leur système radiculaire ne l'atteindra plus.

Enfin, lorsque la nappe n'atteint jamais la surface, et qu'un recouvrement végétal limite l'évaporation (et donc la remontée du sel), les premiers horizons du sol pourront rester perpétuellement dessalés. On pourra alors voir se développer bon nombre d'espèces halophiles ou faiblement tolérantes, dont le système radiculaire n'atteint jamais la nappe souterraine : c'est le cas de la plupart des espèces répertoriées sur les buttes à Althea ou à Centaurea.

2 - Salure de la nappe

La salure de la nappe est bien entendu un deuxième facteur de grande importance :

Il convient d'abord d'observer à ce sujet, que celle-ci varie considérablement d'un groupement à un autre, (3 g % de Cl^- sous la Salicorne ; 1,2 g sous l'Althea ; 0,4 g sous le Phragmite). Par contre, elle varie très peu sous un groupement donné, à l'inverse de la salure du sol qui présente, au contraire, des variations d'amplitude importantes.

Les variations observées d'un groupement à l'autre, quant à la teneur en chlorures, sont en rapport d'une part avec les mouvements de l'eau en profondeur (structure géologique du sol, réseau des failles, etc ...) et d'autre part, avec le niveau des eaux de submersion : on observe en effet que dans les stations très hygrophiles et presque toujours inondées (Scripus, Phragmites), la nappe qui est en contact permanent avec ces eaux de surface, est beaucoup moins salée. Il est hors de doute, et les chiffres moyens de la teneur en Cl^- de la nappe sous chaque groupement le montrent bien, que la salure de la nappe est un facteur très important dans la détermination du recouvrement végétal.

Notons enfin que, si le niveau de la nappe varie souvent considérablement entre l'hiver et l'été, sa salure au contraire, évolue peu pour une station donnée : sous aucun des groupements étudiés, l'amplitude des variations de salure n'évolue de plus du simple au double au cours de l'année (alors qu'elle peut évoluer de 1 à 10 dans le sol, où beaucoup d'autres facteurs interviennent, comme nous le verrons ci-dessous).

B - LES EAUX DE SUBMERSION

1 - Durée de submersion

La durée et le niveau de submersion varient beaucoup selon les stations et ces facteurs contribuent, avec l'évolution du niveau de la nappe, à caractériser le degré d'hygrophilie des groupements étudiés. Ce facteur est évidemment en rapport avec l'imperméabilité et la topographie du sol d'une part, le régime pluviométrique et thermique d'autre part.

La plupart des stations sont plus ou moins submergées en hiver. C'est à cette saison seulement que l'expression "marais salés" est véritablement judicieuse. L'évaporation augmentant avec la température donc en été, le niveau des eaux de submersion diminue régulièrement durant la belle saison, et d'autant plus vite que la couverture végétale est plus faible :

ainsi les stations à Salicorne, en raison de la topographie et de leur faible recouvrement, s'asséchent plus rapidement que les stations à Glyceria voisines, bien que l'imperméabilité du sol, dans les deux cas, soit à peu près identique.

Les fossés et mares elles-mêmes peuvent s'assécher totalement et ce sera notamment le cas lorsque l'été est long, sec et très chaud : on conçoit dans ces conditions que ces stations évoluent continuellement, et que leur physionomie peut varier considérablement d'une année à l'autre, en fonction des caprices du climat. Le cycle de submersion joue donc un rôle capital dans l'évolution des groupements.

2 - Salure des eaux de submersion

Le pH des eaux de submersion est toujours élevé : en effet, en présence d'eaux douces, l'argile est partiellement hydrolysée avec libération de Carbonate disodique.

La salure des eaux de submersion est très variable, et bien entendu directement liée à celle du sol et de la nappe ; on peut dire, en première approximation, qu'elle est proportionnelle à celle-ci, surtout lorsque la nappe affleure presque continuellement la surface.

Toutefois, un autre facteur intervient ici : l'évaporation entraînant leur concentration, ces eaux sont toujours beaucoup plus salées en été qu'en hiver ; mais une forte pluie d'été, provoque souvent une remontée temporaire du niveau, en même temps qu'une réduction de la salure.

En résumé, la salure des eaux de submersion varie dans des proportions beaucoup plus considérables que celle de la nappe phréatique, car l'évolution de ce facteur est plus nettement sensible à la conjoncture climatique que la nappe.

C - LE SOL

1 - Texture

Le tableau n° 5 rend compte des résultats des analyses granulométriques d'échantillons de sol correspondant aux divers groupements.

On constate d'abord que les graviers sont partout presque inexistants. La teneur en gros sable est également très faible sauf dans les endroits nus de Lezey (Le A1) où elle dépasse 10 %. Par contre, ces sols sont caractérisés par la nette dominance des éléments fins, limons et argiles, qui sont

Tableau n° 5 : Analyses granulomètriques : % des différents éléments

	Lezey Sol nu Le A_1	Lezey Salicornia Le A_4	Lezey Glyceria Le A_2	Lezey Scirpus Le A_3	Lezey Salicornia Le B_1	Lezey Glyceria Le B_2	Lezey Juncus Le B_3	Lezey Agropyrum Le B_4	Marsal Sol nu "source salée" Ma 1	Marsal Salicorne Ma 2	Lagrange Fouquet Salicorne L.F. 1
Graviers (20 mm à 2 mm)	0,7	0,2	0,1	0,3	0,3	0,7	0	0,1	1	1,3	1
Gros sable (2 mm à 0,2 mm)	11	7,5	1,9	7,7	3,7	3	1,2	7,9	3,5	7,7	6
Sable fin (0,2 mm à 0,02 mm)	32,6	24,5	4	7	4	6,3	1,8	6,5	2,5	5	30
Limons (0,02 mm à 2 μ)	27,3	25,3	25	25	27	25	25	27,5	33	25	28
Argile (2 μ à 0,2 μ)	28,4	42,5	69	60	65	65	72	58	60	61	35

toujours supérieurs à 55 % et dépassent souvent 90 %. Comme le signale Duchaufour (1965), de tels sols riches en colloïdes présentent une faible perméabilité et subissent de ce fait un lessivage réduit. La structure devient alors asphyxiante par manque d'aération.

Toutefois, quelques échantillons se singularisent par une teneur élevée en sables fins : à Lezey, le sol nu (Le A1) et la Salicorne (Le A4), à Lagrange-Fouquet, la Salicorne (L F1). On ne peut cependant tirer de cette observation une exigence édaphique qui serait particulière à cette espèce, puisqu'on la trouve également sur un substrat où les éléments fins (limons et argiles) atteignent 92 % (Le B1). Tout au plus, peut-on constater que la Salicorne s'accomode bien de sols assez sableux, ce qui est également le cas sur la slikke des bords de mer.

2 - Salure

La salure du sol est naturellement en rapport avec la présence constante à proximité de la surface, d'une nappe phréatique salée ; en première approximation elle est plus ou moins proportionnelle à celle de la nappe, comme on le voit pour l'ensemble des groupements. Toutefois, un autre facteur, la texture du sol, intervient également. En effet, on constate que si l'on compare un sol sableux, tel que Le A1 (Lezey, endroit nu) à un sol à éléments plus fins tel que Ma1 (Marsal, endroit nu) les variations de la nappe sont nettement plus accusées sous le sol sableux. De plus, bien que les salures respectives des nappes soient du même ordre de grandeur (de 5 à 7 g % en Cl^-), la salure du sol où prédominent les éléments fins est nettement plus élevée, pouvant atteindre 12 g % en Cl^-. A l'inverse, cette salure ne dépasse pas 1 g 60 % à Lezey dans le sol plus sableux, et elle reste faible même lorsque la nappe phréatique, pourtant très salée, est en surface (janvier-février).

L'évaporation intense en été, entraîne en outre, la formation d'une croûte en surface et parfois un dépôt d'efflorescences salines, ainsi que l'apparition d'un système de fentes de retrait. Les plantes halophiles doivent alors survivre sur un sol physiologiquement sec, où elles ne peuvent subsister que grâce à leurs adaptations spécifiques (succulence, pression osmotique tissulaire élevée, etc ...).

Cette sécheresse physiologique du sol, en été, est d'ailleurs un phénomène classique pour tous les terrains salés, elle entraîne la disparition de toutes les espèces non adaptées qui auraient pu germer à la faveur de la déchloruration observée en hiver et au début du printemps.

Mais un autre facteur se manifeste également : c'est l'augmentation régulière de la salure du sol en profondeur ; très net en hiver lorsque la nappe est en surface, ce phénomène reste vrai en été où, bien que la forte évaporation ait tendance à "faire monter" le sel, les pluies fréquentes et la constante proximité de la nappe n'autorisent pas un réel et long dessalage des horizons immédiatement sous-jacents à la croûte. Par ce caractère, nos stations lorraines se différencient profondément des Solontchacks des zones arides où la salure, très forte en surface, s'abaisse régulièrement en profondeur, permettant la survie d'espèces vivaces à fort enracinement, même dans des sols apparemment très halophiles.

3 - Bases échangeables

La nature des bases échangeables est enfin un facteur écologique de haut intérêt : en allant d'un endroit nu (Le A1) à une station à Glyceria (Le A5), les rapports sodium-calcium s'établissent comme suit :

- endroit nu	Na^{+} 55,78 %	Ca^{++} 13,10 %
- groupement à Salicorne	Na^{+} 31,84 %	Ca^{++} 48,79 %
- groupement à Glyceria	Na^{+} 20 %	Ca^{++} 52,45 %

On assiste ainsi à une nette amélioration des conditions édaphiques.

Celles-ci sont encore améliorées dans les stations où le fort recouvrement végétal entraîne une meilleure structuration du sol et où une microtopographie favorable maintient la nappe salée en dessous de la rhizosphère des espèces tolérantes et non halophiles.

Le jeu de l'ensemble de ces facteurs sur le végétation fait l'objet au chapitre suivant, consacré à un examen synécologique des stations halophiles lorraines.

CHAPITRE II

- SYNECOLOGIE -

A - COMPARAISON DES CONDITIONS ECOLOGIQUES DES GROUPEMENTS

Le tableau n° 6 (p, 151) récapitule les conditions écologiques qui correspondent à chacun des groupes examinés.

Sur ce tableau, la durée des périodes de submersion est cotée de 0 à 5, la note 5 étant attribuée à des mares permanentes jamais asséchées et la note 1 à des stations jamais inondées, quelle que soit la saison ou le niveau des précipitations.

L'appréciation du niveau de la nappe phréatique est effectuée selon le même principe ; la note 5 est attribuée à des nappes affleurant tout au long de l'année à la surface du sol (certaines stations à Salicornia ; groupements très hygrophiles) et la note 1 à des nappes qui au contraire n'atteignent pas la surface et ne s'en approchent jamais à moins de 15 cm (groupements à Althea). Les notes intermédiaires sont arrêtées sur le vu des graphiques figurant dans l'étude de l'écologie particulière à chaque groupement (voir ci-dessus).

Les valeurs moyennes en g % des teneurs en Cl^- des eaux de submersion de la nappe phréatique et du sol sont déterminées à partir des graphiques correspondant à chacune de ces données, pour chacun des groupements, en prenant en considération la période recouvrant la totalité du cycle végétatif de l'espèce caractéristique du groupement.

B - POSITION DES GROUPEMENTS EN RELATION AVEC LA TOPOGRAPHIE

1 - Examen des transects

Une série de douze transects (p. 152, 153, 154) permettre d'apprécier les relations entre la position des groupements et la topographie. Les variations de niveau des eaux de submersion permettaient d'ailleurs déjà de se faire une idée à ce sujet.

L'examen de cette série de schéma appelle les remarques suivantes :

- Les endroits nus sont souvent bombés, donc peu hygrophiles. Leur salure ou leur sécheresse, ou ces facteurs jouant de pair, élimine toute végétation (Transect 1, figure 32). La végétation peut aussi disparaître lorsqu'il y a longue stagnation d'eau dans des endroits dont la salure autoriserait par ailleurs l'implantation de la Salicorne (Transect 9, figure 32 bis).

- Les dépressions sont occupées soit par le Scirpe, soit par le Phragmite (Transects 1, 2, 4, 6, 7, figures 32 et 32 bis). Le Triglochin se développe dans des dépressions nettement plus salées (Transect 8, figure 32 bis).

- Les buttes sont occupées par Agropyrum et presque toujours ceinturées par Juncus. Ce dernier occupera d'ailleurs une superficie d'autant plus grande que la topographie sera en pente plus douce.

- Atriplex domine sur les buttes de terre remuée provenant du curage des canaux de drainage ou des rivières (Transect 6, figure 32 bis). Il peut faire faciès sur un brusque ressaut de terrain occupé par le Jonc (Transect 2, figure 32).

- En position intermédiaire se développent les Salicornes et la Glyceria, celle-ci étant nettement plus hygrophile et donc souvent plus basse.

2 - Etude d'une ligne

Une ligne de végétation de 9 m analysée à Marsal met bien en évidence la plupart de ces observations (ligne 1, page 156).

- On notera tout d'abord le net dessalage du sol en fonction de la topographie (Cl^- en juillet 1965).

- La zone la plus basse n'a pas permis l'implantation de la Salicorne en raison de la longue stagnation des eaux au printemps qui a entraîné la destruction des plantules ; on constatera toutefois que la teneur du sol en sel est nettement plus basse dans cette station que dans les endroits examinés plus haut (Marsal A_1 et Marsal A_2), de sorte que ce facteur ici ne semble pas être limitant pour la Salicorne.

- La Salicorne apparaît de part et d'autre de la ligne des hautes eaux. Puis, un peu plus haut, se manifeste un faciès à Spergulaire, où peut apparaître de la Glyceria sur le versant le moins abrupt.

- Un niveau supérieur est occupé par le Juncus, mais on observe sur la pente la plus raide une ceinture d'Atriplex, et sur la pente la plus douce (sol plus caillouteux) une abondance de Lotus tenuis. Ces deux espèces sont d'ailleurs très communes dans les groupements à Juncus déjà décrits.

Tableau n° 6 : Conditions écologiques comparées

	Eaux de submersion		Nappe phréatique		Sol
Types de groupements	Durée de la submersion (voir texte)	Salure moyenne en g de Cl^- %	Niveau (voir texte)	Salure moyenne en g de Cl^- %	Salure moyenne des 1ers horizons en g de Cl^- %
Salicornia	2	3	4	3	1,3
Triglochin	4	0,5	5	1,4	0,5
Glyceria	3	0,3	4	2,5	0,15
Scirpus	4,5	0,3	5	0,6	0,2
Phragmites	4,5	0,3	5	0,4	traces en été
Juncus	1	—	3	1,5	0,1
Agropyrum	0,5	—	2	1,4	traces en été
Althaea	0	—	1	1,2	traces en été
Mares	5	3	5	—	—

Figure 32 - Transects de végétation

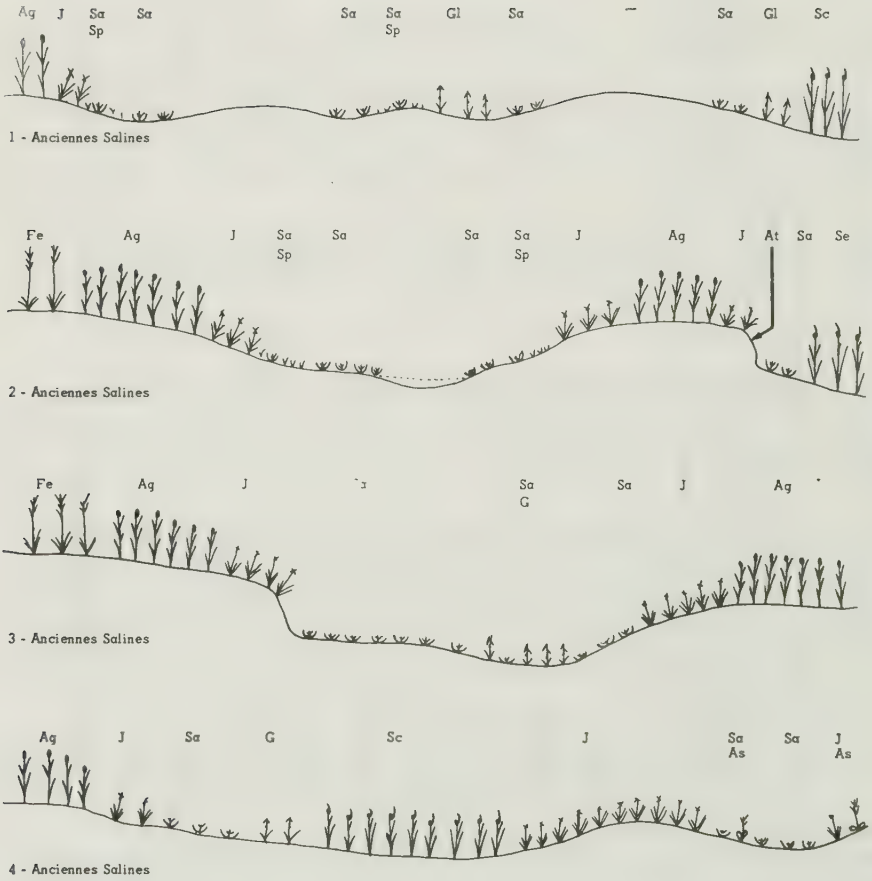


Figure 32 bis - Transects de végétation

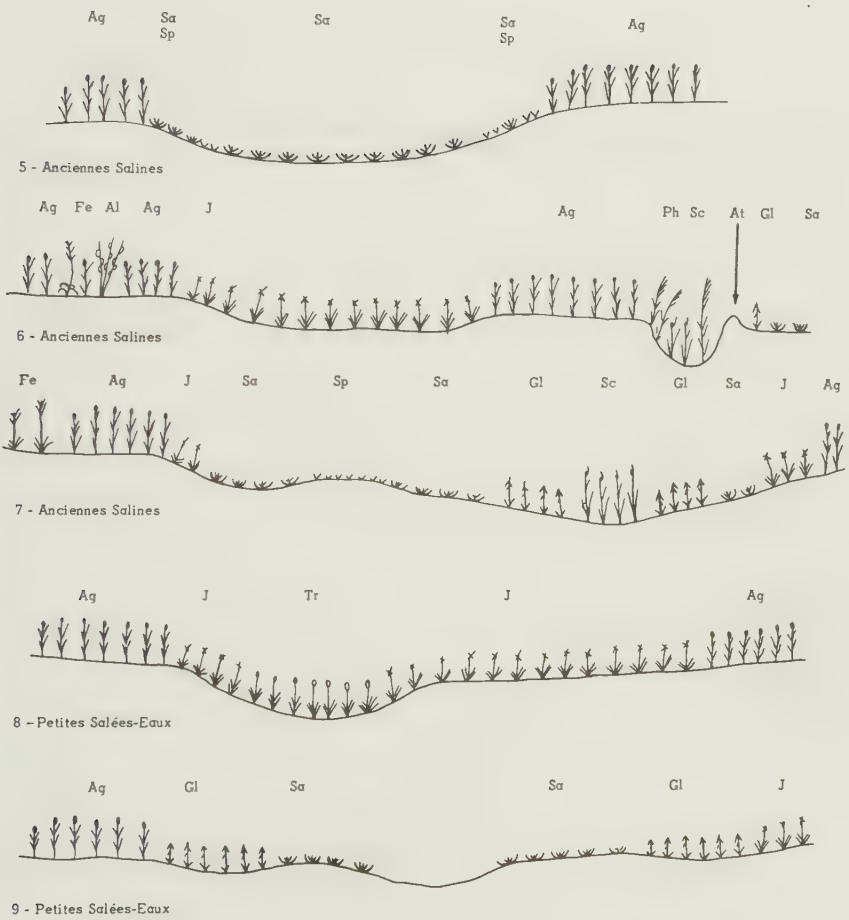
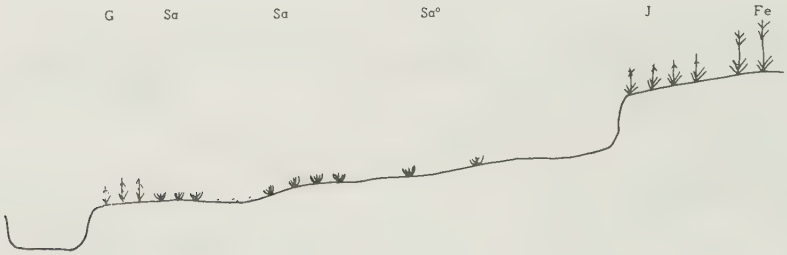


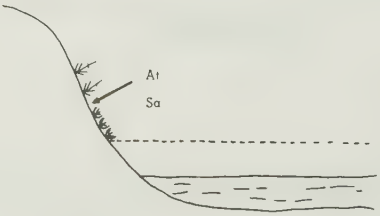
Figure 32 ter - Transects de végétation

10 - Ferme de Basse-Recourt

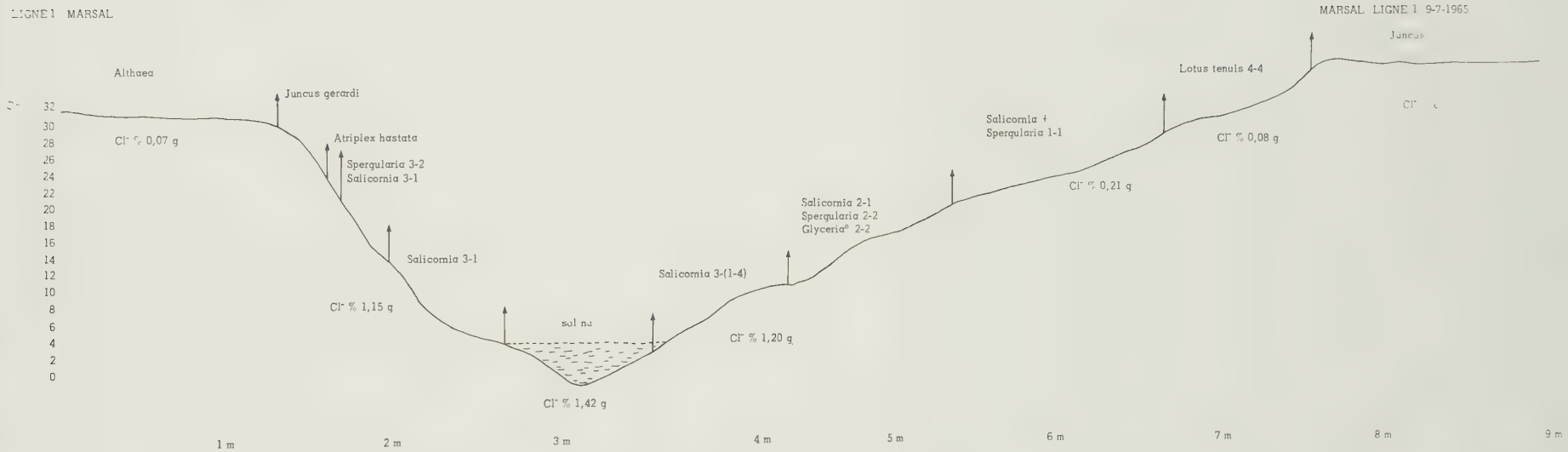


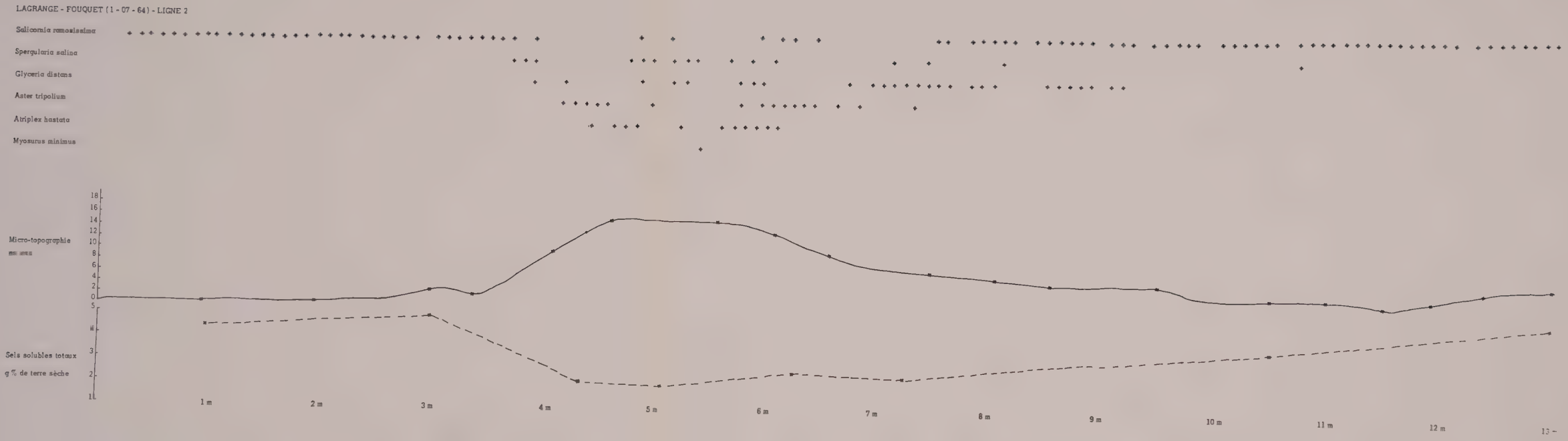
11 - Ferme de Basse-Recourt

At : Atriplex
Al : Althaea
Ag : Agropyrum
Gl : Glyceria
Fe : Festuca
J : Juncus
Sa : Salicornia
Sp : Spergularia
Sc : Scirpus
Ph : Phragmites
Tr : Triglochin



12 - Petits-Roseaux


LIGNE 1 MARSAL
MARSAL LIGNE 1 9-7-1965
Althaea
Juncus gerardi
Atriplex hastata
Spergularia 3-2
Salicornia 3-1
Salicornia 3-1
Salicornia 3-(1-4)
Salicornia 2-1
Spergularia 2-2
Glyceria° 2-2
Salicornia +
Spergularia 1-1
Lotus tenuis 4-4
Juncus
Cl⁻ % 0,07 g
Cl⁻ % 1,15 g
sol nu
Cl⁻ % 1,42 g
Cl⁻ % 1,20 g
Cl⁻ % 0,21 g
Cl⁻ % 0,08 g
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1 m
2 m
3 m
4 m
5 m
6 m
7 m
8 m
9 m


LAGRANGE - FOUQUET (1 - 07 - 64) - LIGNE 2
Salicornia ramosissima
Spergularia salina
Glyceria distans
Aster tripolium
Atriplex hastata
Myosurus minimus
Micro-topographie
Sels solubles totaux
g % de terre sèche
1 m
2 m
3 m
4 m
5 m
6 m
7 m
8 m
9 m
10 m
11 m
12 m

Cette ligne montre bien que l'on ne trouve pas côte à côte dans une station donnée tous les groupements décrits. Ceux-ci se dispersent en fonction de la "microécologie", donnant à ces zones halophiles un aspect hétérogène, d'ailleurs souvent signalé pour d'autres régions (Wendelberger 1950).

3 - Microtopographie d'un groupement à Salicorne

Une analyse plus fine permet de mettre en évidence à l'intérieur même d'un groupement, une répartition caractéristique des espèces en fonction de la microtopographie. La ligne 2 (p. 156), établie avec J.J. Corre selon la méthode de Long (1958) à Lagrange-Fouquet, est significative à cet égard. Une petite butte à l'intérieur d'un peuplement étendu de salicorne montre qu'il y a dessalage dès que le niveau s'élève : la Salicorne d'abord pure devient aussitôt moins abondante, en même temps qu'apparaît dans l'ordre Spergularia salina, Glyceria distans, Aster tripolium et Atriplex hastata.

Puis, au fur et à mesure que le niveau diminue et que la salure augmente, ces mêmes espèces disparaissent dans l'ordre inverse : Atriplex hastata, Aster tripolium, puis longtemps après Glyceria distans et enfin Spergularia salina. Et l'on retombe sur le peuplement pur de Salicorne.

Une telle analyse mesure assez bien le degré d'halophilie et d'hygrophilie des cinq espèces les plus halophiles de nos stations lorraines (à l'exclusion des halohygrophytes tels que Triglochin maritima, Ruppia, etc ...).

C - LES INTERRELATIONS ENTRE GROUPEMENTS

1 - Les endroits nus

Dans les prairies halophiles de la Lorraine, l'un des phénomènes les plus remarquables est la présence de plages légèrement bombées entièrement dépourvues de végétation. Le sol y est plus sec (Lezey : 22 % d'humidité en février, 18 % en juin) ou présente une teneur en Cl^- plus élevée (Marsal 7,44 % en mars, 8,50 % en mai). Dans les deux cas, ces conditions très sévères éliminent toute végétation. De superficie en général peu importante, ces plages sont entourées d'une frange de Salicorne lorsque l'humidité augmente (Lezey 35 à 45 %) ou que les conditions de salure deviennent moins sévères (Marsal : 4,5 % en mars, 5 % en mai).

2 - Les groupements à Salicorne

Les groupements à Salicorne bien développés et typiques n'occupent

généralement pas les parties les plus basses des stations halophiles. Ils se développent en position intermédiaire entre les endroits relativement secs et ceux où la stagnation de l'eau est prolongée.

En effet, une trop grande humidité empêche le développement de la salicorne en détruisant les plantules. Ce phénomène est particulièrement net en bordure du lit de la vieille Seille qui connait une baisse considérable de niveau pendant l'été et où la Salicorne forme une frange correspondant approximativement au niveau atteint par les hautes eaux en hiver (Transect 12). Nous l'avons aussi observé dans les cuvettes où la végétation de cette espèce devient moins abondante, puis s'arrête, lorsque les eaux saumâtres stagnent trop longtemps. D'ailleurs la présence d'une dépression inondable dans un peuplement étendu de Salicorne suffit à empêcher son implantation ou freine nettement sa végétation (Transect 11, figure 32 ter).

De même une sécheresse trop prolongée du substrat l'élimine aussi radicalement, ce qui est bien visible à la ferme de Basse-Recourt (Transect 11) où un peuplement étendu de Salicorne se développe sur une pente douce : la végétation se clairsème puis disparaît lorsque le sol est suffisamment surélevé.

On peut aussi remarquer que la Spergulaire devient de plus en plus abondante au fur et à mesure que l'on s'élève donc que le sol s'assèche plus rapidement (Transects 1, 2, 5, 10, figures 32, 32 bis et 32 ter, lignes 1 et 2).

Bien entendu, les groupements à Salicorne occupent toujours les stations les plus salées (Tableau n° 6). Mais leur implantation nécessite des stations soumises à des submersions fréquentes par des eaux peu salées pendant sa période de germination de la fin de l'hiver et du début du printemps. Pendant la période végétative, elle demande une humidité beaucoup moins forte et tolère une salure nettement plus élevée.

3 - Groupements à Triglochin

Si l'humidité augmente sans que la salure du sol diminue dans de notables proportions, c'est le Triglochin qui tend à devenir dominant. Les peuplements les plus denses occupent le fond des canaux de drainage voisins des groupements à Salicorne, mais soumis à des périodes de submersion plus longues. Il faut cependant noter que cette espèce peut aussi se développer dans des terrains moins chlorurés (groupements à Glyceria, à Scirpus) ou plus secs (groupements à Juncus) ; mais il se présente alors sous forme d'individus plus clairsemés et moins vigoureux.

4 - Les groupements d'Halohygrophytes

Lorsque la submersion du substrat par une eau fortement chlorurée devient quasi permanente, on passe aux groupements d'halohygrophytes dominés par Zannichellia palustris, Ruppia rostellata, Ranunculus trichophyllus ou Ranunculus baudoti. L'existence de ces deux dernières espèces est cependant éphémère et ne peut être observée qu'au début du printemps car l'une et l'autre bouclent très rapidement leur cycle végétatif. Elles réapparaissent néanmoins peu de temps après sous forme de plantules. Les Zannichellia et Ruppia sont beaucoup moins fugaces et peuvent persister du printemps à l'hiver. Il est difficile de préciser pourquoi telle ou telle espèce domine dans une mare déterminée : les seules variations constatées dans les facteurs écologiques ne permettent pas d'interpréter ce phénomène et il est probable que la concurence vitale joue ici un rôle déterminant, l'une ou l'autre espèce prenant le dessus à un moment donné.

Lorsque la teneur en chlorures du substrat et des eaux de submersion diminue, d'autres types de groupements vont pouvoir s'installer, conditionnés par la durée de la période de submersion

5 - Les groupements à Scirpus maritimus

Les groupements à Scirpus maritimus sont étroitement apparentés aux mares d'halohygrophytes car, ici encore, la submersion dure presque toute l'année, mais avec une courte période de sécheresse estivale. Ces groupements occupent le fond des cuvettes halophiles où la salure est nettement moins élevée (Tableau 6).

6 - Les groupements à Glyceria distans

Les groupements à Glyceria sont moins humides que les précédents car ils connaissent, pendant les fortes chaleurs, des périodes de sécheresse beaucoup plus longues. Ils s'inscrivent ainsi dans la série Salicornia - Glyceria - Juncus - Agropyrum souvent observée sur le terrain lorsque décroît la salure et ils prennent un développement considérable dans les stations mal drainées, à un niveau généralement plus bas, donc plus inondé, que la Salicorne. D'ailleurs les sols de ces groupements sont les plus riches en éléments fins (limons, argiles) donc très imperméables (Tableau n° 5).

7 - Les groupements à Juncus

La déchloruration du sol se poursuivant en même temps que l'humidité diminue et que l'altitude relative augmente, on passe alors aux groupements à Juncus. Ces groupements, encore très humides en hiver, ne sont

cependant jamais submergés et la nappe phréatique, encore relativement salée s'éloigne nettement de la surface en été.

8 - Les groupements a Agropyrum

Ces groupements font suite au précédent, et occupent un niveau supérieur où le sol est pratiquement déchloruré et jamais inondé. Ils se localisent sur les marges des prairies halophiles, faisant la transition avec d'autres types prairiaux. Généralement exploités, ils fournissent un fourrage de bonne qualité. Lorsque pour une raison ou une autre ces parcelles sont laissées à l'abandon, la guimauve accompagnée de nombreuses autres espèces dont plusieurs rudérales, font leur apparition et on passe aux buttes à Althéa. Le même niveau peut, dans d'autres stations, être occupé par une végétation différente dominée par Ononis repens et Centaurea jacea. Dans tous ces cas, la nappe phréatique salée n'atteint plus la surface du sol, de sorte que se développent des espèces non halophiles à faible enracinement.

9 - Les Roselières

Le Phragmite tient, dans nos terrains, une place à part par la dynamique de sa végétation. En effet, il occupe topographiquement un niveau voisin de celui où vit Scirpus maritimus avec lequel il peut entrer en compétition. Sa résistance particulière aux chlorures et à la sécheresse le rend capable de coloniser presque tous les milieux. Sur un substrat fort salé, il se présente en individus chétifs et isolés, mais il peut envahir plus densément la Jonçaie, les près à Agropyrum et les buttes à Althea. Toujours présent dans les Jonçaies s'étendant de Moyenvic à Dieuze, il devient particulièrement abondant dans les extrémités de parcelles inexploitables par les machines, et on constate qu'il devient même dominant dès que ces près ont cessé d'être fauchés pendant un an.

D - CONCLUSIONS

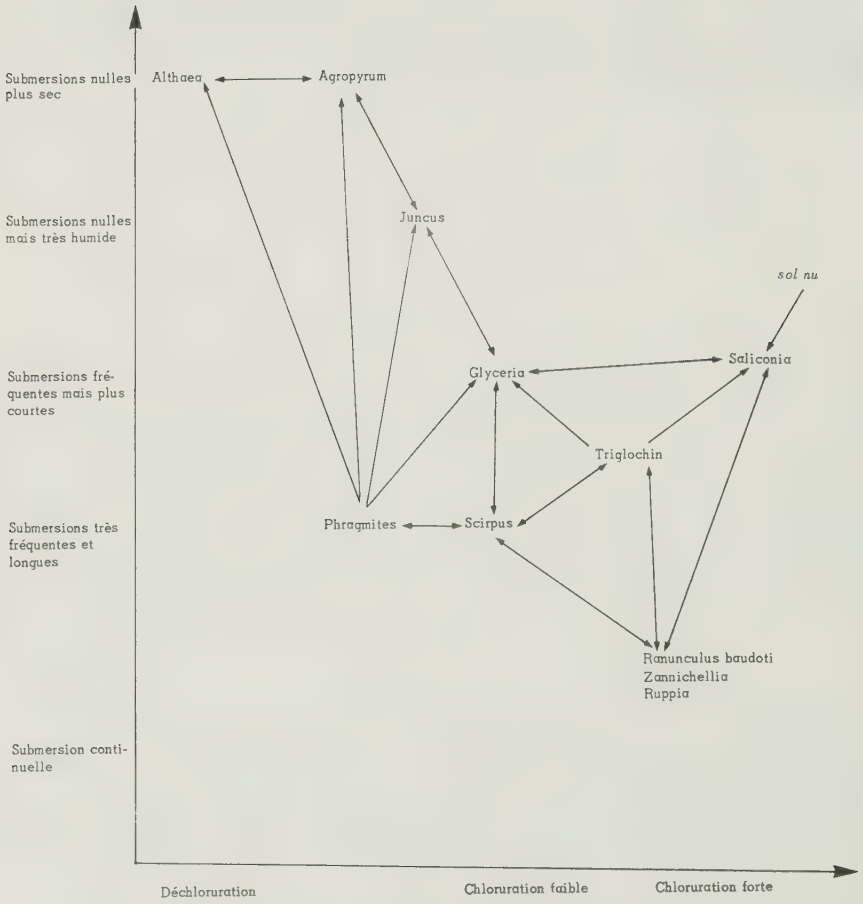
Les interrelations entre ces groupements ont été résumées dans la figure 33, où ils sont classés en fonction de leur hygrophilie et de leur halophilie. La série la plus fréquemment observée sur le terrain occupe la partie haute du tableau : sol nu, Salicornia, Glyceria, Juncus, Agropyrum. Les autres groupements sont plus dispersés.

Il faut cependant noter, en terminant, que la plupart de ces espèces ont une relative plasticité écologique qui leur permet souvent de coloniser des milieux assez différents : Aster tripolium et Phragmites communis, Triglochin maritima et Glyceria distans à un moindre degré, en sont de bons

exemples. Cette souplesse peut d'ailleurs s'expliquer par la pauvreté relative de la flore halophile lorraine qui, en limitant la compétition vitale, favorise la dispersion des espèces.

On peut encore à ce propos constater, comme le signalait Corillion (1954), une sorte de vicariance de certains groupements avec leurs homologues du littoral où, par exemple, Agropyrum littoreum remplace Agropyrum repens, Glyceria maritima remplace Glyceria distans, etc ... La différence des variations de la salure et de l'inondation entre le bord de mer où le phénomène est régulier, et les terrains continentaux où il est tributaire des accidents climatiques, peut expliquer ce fait.

Figure 33 - Interrelations entre les différents groupements



CINQUIEME PARTIE

POSITION DES STATIONS HALOPHILES LORRAINES DANS L'ENSEMBLE EUROPEEN

Il paraissait souhaitable d'examiner, à l'issue de ce travail, les relations existant entre les stations halophiles lorraines et leurs analogues ou homologues d'autres régions d'Europe.

A partir d'un examen comparé de la bibliographie et des résultats rapportés ci-dessus, nous avons donc tenté de dégager ce qui, dans la flore, la végétation et les conditions écologiques, semble commun à toutes les stations halophiles d'Europe et ce qui, au contraire, permet de les différencier. Cette étude a notamment permis de mettre en évidence une série type, qui semble présente dans toute l'Europe littorale ou continentale et dont le caractère d'ubiquité, à quelques variantes près, n'avait pas été clairement mis en évidence par les auteurs.

CHAPITRE I

- LOCALISATION ET PHYSIONOMIE DES ZONES SALEES D'EUROPE -

Les halophytes sont évidemment localisés dans les stations où la teneur du sol en ions minéraux est telle qu'elle crée des conditions de vie particulière. La nature de ces ions importe moins d'ailleurs que leur proportion, sauf toutefois en ce qui concerne les nitrates, dont l'abondance sélectionne une flore particulière (nitrophile ou rudérale) caractérisée par un besoin élevé en azote. Pour les autres ions minéraux, l'augmentation de la pression osmotique de l'eau du sol, proportionnelle à la teneur et à la nature de ces ions, représente un facteur de sélection sévère, éliminant toutes les espèces non adaptées. Les mécanismes d'adaptation sont variés et consistent, soit à augmenter la pression osmotique tissulaire ou à mettre de l'eau en réserve durant les saisons où le sol est peu salé, soit à développer un système radiculaire puissant, qui permette à la plante de s'alimenter à des nappes phréatiques profondes plus ou moins dessalées (surtout dans les stations halophiles de la zone aride où le sel se concentre en surface).

La présence de fortes teneurs en ions minéraux est d'abord liée à la proximité de la mer : la flore littorale représente donc une entité caractérisée par une halophilie toujours marquée. Cependant, des stations salées relativement nombreuses existent également sur les continents et parfois à de très grandes distances des rivages marins actuels. On peut les classer en deux catégories : la salure des premières est la conséquence de l'action de longues saisons sèches et chaudes sur des sols arides et semi-désertiques, provoquant une très forte évaporation et la "remontée" des ions en surface. C'est le cas de la plupart des territoires salés des zones arides ; nous en développerons un exemple dans la dernière partie de ce travail. Les secondes résultent de la présence de gisements de sels fossiles dans le sol. La plupart des sites halophiles continentaux d'Europe appartiennent à ce groupe, et c'est à eux que nous limiterons la présente étude.

A - LES STATIONS LITTORALES

En première approximation, la flore littorale européenne peut se rattacher à deux types de stations : les dunes et les prés salés.

1 - Les dunes

Les dunes sableuses présentent des caractéristiques écologiques particulières dominées par la texture grossière de leurs éléments constitutifs. Il en résulte un abaissement considérable de la capacité de rétention de l'eau, encore accrue d'ailleurs par une topographie généralement accusée, qui maintient la nappe phréatique loin de la surface. Dans ces conditions, l'apport d'eau et de sel est surtout imputable aux embruns et le nombre des espèces susceptibles de s'accomoder de telles conditions est relativement restreint. Toutes sont caractérisées par un xéromorphisme plus ou moins accentué, car l'eau utilisable est rare, même sous des climats aussi humides que ceux des littoraux atlantiques ou de la mer du Nord. Ces conditions d'hygrophilie diffèrent donc totalement de celles que nous avons décrites pour nos stations lorraines, et il n'est pas étonnant de constater que, sur la liste floristique établie par Foussard (1952) pour la végétation dunaire de la presqu'île de Guérande, on ne relève pas une seule espèce présente dans les marais salés lorrains. Aussi, n'examinerons-nous pas ici la flore et la végétation dunaire d'Europe qui n'ont rien de commun avec les nôtres et au sujet desquels le récent ouvrage d'Ellenberg (1963) apporte une brève mais précieuse mise au point.

2 - Les prés salés

Toutes différentes sont les conditions de vie dans les "prés salés". Ces stations correspondent à des littoraux de très faible pente et à sol sédimentaire que la mer atteint plus ou moins, suivant la hauteur des marées, la topographie locale, etc ... Aussi présentent-elles toujours des caractères d'hygrophilie et d'halophilie marquée, avec une flore souvent comparable à celles des "marais salés" de l'intérieur.

Le mouvement des marées crée cependant des conditions propres aux littoraux atlantiques et de la mer du Nord ; il amène à distinguer la zone de balancement ou "slikke", bi-quotidiennement découverte et recouverte par l'eau de mer, et le "schorre", territoire généralement exondé, mais cependant temporairement recouvert par la mer lors des marées de vives eaux ou des fortes tempêtes.

Rares sont les espèces capables de s'adapter à la périodicité des inondations et des exondations caractéristiques de la slikke. Mais à ces espèces, le sol de la slikke offre cependant des conditions de vie avantageuses : richesse en matière organique provenant surtout de la destruction des végétaux marins, richesse en calcium, finesse des particules lui conférant une texture très favorable. Le phénomène de sédimentation joue en effet

un rôle important, chaque haute mer déposant, surtout à la limite du schorre, une abondante quantité de particules fines. Par contre, les slikkes trop sableuses seront souvent totalement dépourvues de végétation.

Les conditions de vie sur le schorre sont déjà beaucoup plus favorables : hygrophilie encore importante, mais inondations beaucoup moins fréquentes, halophilie moins marquée, sol sédimentaire de texture généralement fine, enrichi à chaque grande marée de nouveaux dépôts. On verra que c'est de la végétation du schorre que se rapproche le plus celle des stations salées continentales.

Puis l'on passe insensiblement du schorre à des stations continuellement exondées, dont la végétation marque la transition acec celle des plaines intérieures.

L'amplitude négligeable des marées sur le littoral méditerranéen ne permet pas de distinguer à proprement parler, une slikke et un schorre. D'ailleurs, le relief accentué réduit le plus souvent la bande littorale à un mince cordon de sable ou de galets. Lorsqu'au contraire, le relief est à peine sensible, les masses alluviales apportées par les fleuves peuvent entrainer la formation de bancs de sable qui finissent par isoler des lagunes salées, autour desquelles on pourra observer de vastes stations halophiles. La Camargue et la bande côtière du golfe du Lion illustrent bien ce phénomène qui a été récemment décrit par Heurtaux en 1962.

B - LES STATIONS CONTINENTALES

Contrairement à ce que l'on constatait sur le littoral, l'halophilie et l'hygrophilie n'évoluent plus nécessairement de pair dans les stations continentales où les deux facteurs sont souvent dissociés. La remontée du sel s'effectue en effet de façon très irrégulière, ce qui se manifeste par l'aspect souvent en "mosaïque" des associations. Des zones plus ou moins salées et donc très différemment recouvertes, alternent de façon tout à fait hétérogène, entraînant une zonation de la végétation moins immédiatement perceptible que sur le littoral.

Ces sources salées (naturelles ou artificielles) prennent naissance lorsque l'orientation des couches sédimentaires permet aux eaux souterraines de se charger au contact des couches de sel gemme, généralement d'origine triasique, puis d'émerger et de se répandre en surface.

Wendelberger (1950) a répertorié les stations halophiles d'Europe continentale, et les regroupe en trois zones distinctes :

1 - Les plaines de l'Europe du Nord

En se déplaçant d'Ouest en Est, on peut citer :

- *En France* : les terrains salés de la Lorraine.

- *En Allemagne* :
  - . quelques petites stations à proximité du Rhin,
  - . le district de la haute Weser et de l'Ems, à l'Ouest de Hanovre (500 km de Nancy),
  - . le district de Wetterau, en Hesse,
  - . le district de Jeetze dans le Altmark,
  - . et surtout l'important district de la Saale (Allemagne de l'Est), avec les villes de Magdebourg, Weimar, Erfurt, Gotha, Kelbra, Eisleben, Aschersleben et Halberstadt. (Les stations les plus riches se trouvant à proximité d'Artey et de Numburg soit à 500 km de Nancy).

- *En Pologne* :
  - . le district de Ciechocinek et de Hohensalza au Nord,
  - . le bassin de la Basse Nida au Sud.

2 - Les plaines "pannoniques" de l'Europe Centrale

- *En Hongrie* et en se déplaçant d'Ouest en Est :
  - . au sud, la petite station des environs du Raab, autour du Hugelland et du Bakonywald,
  - . plus au nord, les environs de Vienne (près de Marschfeld, lac de Neusiedl) (à 850 km de Nancy),
  - . la vaste plaine s'étalant du Nord au Sud entre le Danube et le Tisza, et qui constitue la plus vaste zone salée de l'Europe,
  - . les environs de Debrecen (en particulier autour de Hortobagy).

- *En Tchécoslovaquie* :
  - . plusieurs stations importantes de la Slovaquie du Sud (près d'Esztergrow, de Komarno, de Tardosked, de Parkany, de Kemendch).

- *En Roumanie*, les stations de Transylvanie (autour de Cluj, et au Nord de Sibiu). Elles se rapprochent plus par leur flore des stations pannoniques que de celles de la basse plaine roumaine (leur salure est d'ailleurs due à du chlorure de sodium).

3 - Les Basses plaines de Roumanie

. nombreuses stations dispersées au Nord de la Roumanie, floristiquement pauvres,
. basse plaine de Walechei, autour de la Jalomitza et de la Putna.

Comme on peut le constater, à la lecture de cet inventaire, les stations halophiles sont toujours localisées à proximité des fleuves, donc aux altitudes les plus basses : on les voit par exemple apparaître et suivre la cours moyen du Danube à partir des environs de Vienne à l'Ouest, c'est-à-dire de l'endroit où le fleuve vient d'émerger des derniers contreforts montagneux pour s'engager dans la large plaine austro-hongroise.

En règle générale, il apparaît que, sauf à Transylvanie, où l'on trouve quelques stations salées à des altitudes de 300 à 400 m, celles-ci ne dépassant jamais 200 m, évoluant dans toute l'Europe entre 100 et 200 m, et en Roumanie à moins de 100 m. Les régions se différencient également par la nature du sel : si le chlorure de sodium domine dans tout le nord de l'Europe, c'est au contraire bien souvent le carbonate de sodium qui l'emporte en Europe Centrale et Sud-orientale.

On notera l'absence complète de stations halophiles sur le bouclier continental russo-baltique bien plus ancien et dépourvu de sédiments mésozoïques.

Une mention particulière doit enfin être faite pour les stations halophiles d'Auvergne car leurs sources chlorurées sodiques sont d'origine volcanique et se distinguent par là des cas ci-dessus ; leur flore et leur végétation sont néanmoins très comparables à celles des autres stations halophiles littorales ou continentales comme l'ont bien montré Chartrain (1949) et Corillion (1953).

CHAPITRE II

- LA DISTRIBUTION DE LA FLORE HALOPHILE EN EUROPE -

Afin de comparer la flore halophile lorraine à celle des autres grandes régions d'Europe, une liste floristique a été établie où figure, pour chaque espèce, son aire de répartition dans les grands secteurs halophiles littoraux (côtes de l'Atlantique et de la mer du Nord) ou continentaux (Allemagne).

Pour en faciliter la lecture, les espèces sont regroupées en quatre séries (tableau n° 7) : la première correspond aux espèces présentes sur le littoral, la seconde regroupe les espèces communes au littoral et à l'Allemagne continentale, la troisième comporte les espèces présentes à la fois sur le littoral, en Allemagne continentale et en Lorraine ; la quatrième enfin indique cinq espèces propres à l'Allemagne. On observe immédiatement, à la lecture de cette liste floristique, que les espèces lorraines sont toutes présentes dans la flore halophile allemande et que cette dernière est à son tour, à cinq exceptions près, entièrement contenue dans la flore du littoral ; la flore s'enrichit donc, de la Lorraine vers le littoral.

Dans chaque série, les espèces sont regroupées selon leur aire de répartition, ce qui facilite l'établissement du spectre chorologique.

Il a paru intéressant de signaler également les espèces halophiles d'Auvergne (Au), car elles figuraient toutes dans ces listes à l'exception d'une seule, Cochlearia pyrenaïca, qui a donc été rajoutée (Corillion 1953) (Chartrain 1949).

L'addition de la flore halophile méditerranéenne eut considérablement allongé la liste ci-contre ; aussi nous sommes-nous contentés de marquer d'un astérisque les espèces présentes également en Méditerranée, étant entendu que ce littoral en possède beaucoup d'autres qui n'ont pas été répertoriées ici.

Wendelberger (1950) avait effectué un relevé analogue pour les grandes stations halophiles de Hongrie et de Roumanie. En reproduisant ses données, nous pouvons établir le spectre chorologique des quatre grandes régions halophiles d'Europe, dont l'examen permet de tirer d'utiles enseignements concernant l'origine et la répartition de la flore halophile (tableau n° 9).

Tableau n° 7 : Relevé et répartition des espèces halophiles d'Europe

Série 1 : espèces littorales

Carex extensa *	Cosm
Juncus maritimus *	Cosm
Salicornia fruticosa *	Cosm
Suaeda fruticosa *	Cosm
Atriplex halimus *	Cosm
Glyceria maritima *	Circum. bor
Obione portulacoides *	Circum. bor
Zostera marina	Circum. bor
Lepturus incurvatus *	Euras
Atriplex littoralis	Euras
Cochlearia anglica	Atl
Cochlearia danica	Atl
Limonium humile	Atl
Armeria maritima	Atl
Glyceria borreri	Atl
Spartina stricta	Atl
Spartina townsendi	Atl
Festuca rubra var. littoralis	Atl
Hordeum maritimum *	Medit
Limonium vulgare	Medit. atl
Trifolium maritimum *	Medit. atl
Trifolium ornithopodioides *	Medit. atl
Salicornia radicans *	Medit. atl
Atriplex arenarius	Eur. nord
Bassia hirsuta	Eur
Zostera nana	Eur

Série 2 : espèces littorales et continentales (non présentes en Lorraine)

Hordeum nodosum	Cosm
Heleocharis parvula	Cosm
Suaeda maritima	Cosm
Spergularia marginata * (Au)	Cosm
Juncus ranarius *	Cosm
Cochlearia officinalis	Circum. bor
Glaux maritima (Au)	Circum. bor
Obione pedunculata	Euras
Blysmus rufus	Euras

Lepidium latifolium *(Au)	Euras
Peucedanum officinale	Euras
Centaurium pulchellum	Euras
Sagina maritima *	Medit. atl
Oenanthe lachenalii *	Medit. atl
Plantago coronopus *	Medit. atl
Trifolium striatum *	Eur
Centaurium vulgare	Eur
Plantago maritima (Au)	Eur
Artemisia maritima	Iran. tour

Série 3 : espèces littorales, continentales et lorraines

Phragmites communis *(Au)	Cosm
Ruppia maritima	Cosm
Salicornia cf europea *	Cosm
Spergularia salina (Au)	Cosm
Apium graveolens (Au)	Cosm
Samolus valerandi (Au)	Cosm
Scirpus maritimus *(Au)	Cosm
Glyceria distans (Au)	Cosm
Triglochin maritima *(Au)	Circum. bor
Juncus gerardi *(Au)	Circum. bor
Agrostis stolonifera	Circum. bor
Agropyrum repens	Circum. bor
Aster tripolium *	Euras
Chenopodium rubrum	Euras
Trifolium fragiferum *(Au)	Euras
Althaea officinalis	Euras
Scirpus tabernaemontani	Euras
Atriplex hastata var. salina *(Au)	Euras
Lotus tenuis	Eur
Bupleurum tenuissimum *(Au)	Eur
Carex distans	Eur
Zannichellia pedicellata (Au)	Medit
Ranunculus baudoti	Atl

Série 4 : espèces continentales non présentes en Lorraine

Scirpus mucronatus	Cosm
Scirpus triquetrus	Cosm
Scorzonera parviflora	Iran. tour
Carex secalina	Iran. tour
Apium repens	Medit

La zone la plus riche en halophytes est, on le voit, la Roumanie, à laquelle il convient d'ajouter le littoral méditerranéen. Ce sont donc les régions du Sud de l'Europe qui possèdent la flore la plus diversifiée.

Or, le Bassin méditerranéen biologiquement séparé de l'ensemble européen par son climat spécifique, marque la transition entre notre continent et les zones arides d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Ce sont ces territoires qui précisément, possèdent des stations salées de vaste superficie directement conditionnées par le climat (comme nous le verrons ci-dessous). Leur flore halophile est connue par sa haute différenciation et sa richesse taxinomique. Il est donc logique de penser que la pénétration des espèces halophiles en Europe s'est effectuée, après les glaciations, du Sud vers le Nord, à partir de ces régions de steppes arides et salées.

Ce phénomène est particulièrement évident lorsque l'on considère les halophytes de Roumanie, dont trente quatre espèces appartiennent au bloc floristique iranoutouranien. Ces espèces communes à la flore des steppes salées aralocaspiennes auraient, selon Wendelberger (1950), migré vers l'Ouest à la faveur de variations climatiques qui auraient temporairement rapproché le climat de l'Est européen de celui du Moyen-Orient. Au fur et à mesure que l'on va vers l'Ouest, le nombre des représentants de la flore iranoutarienne diminue : il tombe à vingt cinq en Hongrie, à cinq en Allemagne et à un sur les côtes de l'Europe du Nord et de l'Ouest (Artemisia maritima). La France continentale (Lorraine et Auvergne) n'en possède plus aucune. On peut donc mettre en évidence un premier axe de diffusion, orienté d'Est en Ouest, c'est-à-dire du Moyen-Orient vers l'Europe Centrale. L'Allemagne continentale, la Lorraine et les côtes n'ont pratiquement pas été touchées par ce mouvement.

Un autre axe de diffusion des espèces halophiles semble aller de la Méditerranée à l'Océan Atlantique, puis de là à la mer du Nord et aux stations continentales. On sait en effet que le littoral du Sud-Ouest est encore riche en espèces méditerranéennes, mais que celles-ci disparaissent peu à peu au fur et à mesure qu'on remonte vers le Nord, alors que la flore prend un caractère plus typiquement atlantique. La répartition de Suaeda fruticosa est significative à cet égard : abondamment répandue sur le littoral méditerranéen, elle devient plus rare sur les côtes de l'Atlantique et ne se trouve plus qu'exceptionnellement sur les côtes de la Manche.

Le tableau n° 8 met en évidence les relations étroites existant entre la flore des littoraux de l'Atlantique ou de la mer du Nord, et celle des stations continentales d'Allemagne ou de Lorraine : la flore halophile atlantique

Tableau n° 8 : Spectre chorologique de la flore halophile de l'Europe littorale et continentale

	Cosm.	Cir. bor.	Eurasie	Atl.	Atl.Med.	Med.	Eur.	Endem. Pann.	Continent. (Eur. Cent)	Iratour	TOTAL
- Côtes de l'ouest européen	18	9	13	9	7	2	8	-	-	1	67
- Allemagne continentale	15	6	11	1	3	2	6	-	-	3	47
- France continentale											
. Lorraine	8	4	6	1	-	1	3	-	-	-	23
. Auvergne	7	5	5	-	1	1	2	-	-	-	21
- Hongrie	14	4	15	1	-	2	12	11	3	25	89
- Roumanie	14	5	17	-	1	5	10	3	1	34	102

s'appauvrit vers l'Est, aussi bien lorsqu'elle aborde la mer Baltique, que lorsqu'elle pénètre sur le continent. Sans doute doit-on y voir l'incidence du climat et en particulier de la diminution des minima absolus moyens des mois d'hiver qui éliminent rapidement les espèces à fort caractère d'atlanticité. Celles-ci tombent de dix sept sur le littoral, à quatre en Allemagne continentale, puis à un seulement en Lorraine.

La flore halophile lorraine n'est-elle même qu'une variante appauvrie de celle de l'Allemagne du Nord. Plusieurs faits peuvent expliquer cet appauvrissement : d'abord la distance : 400 km au moins séparent notre région des zones halophiles les plus proches. Mais à cet handicap géographique s'ajoutent les barrières climatiques : le climat continental constitue à lui seul un empêchement majeur à la remontée des espèces méditerranéennes vers le Nord d'autant que s'ajoute le sens défavorable des vents dominants.

L'influence de ce facteur se fait déjà nettement sentir lorsque l'on passe des côtes de la mer du Nord récemment étudiées par Kloss et Succow (1966) au grand bassin halophile de la Saale en Allemagne de l'Est (Altehage 1939), et s'accentue encore par la suite.

Seuls sont en fait comparables aux nôtres les climats de l'Europe de l'Est, mais alors intervient la distance et surtout la puissante barrière géographique que représentent les massifs montagneux du Centre Europe (Bohème-Moravie). Cette barrière est d'autant plus efficace que les végétaux halophiles sont contraints de vivre sur des stations basses et qu'il n'y a aucun relais entre les environs de Vienne sur le Danube et le bassin de l'Elbe à 250 km au Nord-Ouest, d'où la physionomie très différente des spectres chorologique des halophytes de Hongrie et de Roumanie, avec leur fort contingent d'endémiques pannoniques et d'iranotouraniennes (tableau n° 8).

On ne trahirait guère la vérité en divisant la flore halophile d'Europe en deux régions au lieu de quatre, la séparation s'effectuant selon une ligne Bâle - Brno - Cracovie. Au Nord, la flore des stations continentales est directement liée à celle des côtes atlantiques et nord-européennes dont elle représente des variantes plus ou moins appauvries selon les stations. Au Sud, elle se rapproche d'avantage de celle des Solontchaks et des Solonetz d'Asie, avec toutefois un fort endémisme balkanique. Celle-ci a été tout récemment étudiée, surtout du point de vue phytosociologique par Bodrogközy (1965-1966). La flore méditerranéenne représente une entité à part, sélectionnée par le climat, et pour cette raison peu comparable au reste.

Enfin, un dernier facteur d'appauvrissement nous semble être la dimension très réduite des stations lorraines car il est clair que les chan-

ces, pour les graines, d'atteindre par un moyen quelconque un secteur déterminé, sont d'autant plus grandes que la superficie de ce secteur est elle-même plus importante. On conçoit que pour des stations salées dont la surface ne dépasse jamais quelques hectares d'un seul tenant, ces chances soient particulièrement minces.

L'isolement, le climat, la faible superficie des stations expliquent finalement bien l'appauvrissement constaté lorsqu'on passe de l'Allemagne en Lorraine. Il est cependant remarquable que, malgré leur faible dimension, nos stations représentent, au point de vue floristique, phytosociologique et écologique, une sorte de "réduction d'échelle" de toutes les stations halophiles du continent. C'est ce que nous allons mettre en évidence dans un dernier chapitre.

CHAPITRE III

MISE EN EVIDENCE D'UNE SERIE ECOLOGIQUE COMMUNE AUX STATIONS HALOPHILES D'EUROPE LITTORALE ET CONTINENTALE

L'analyse de la bibliographie confrontée à nos propres résultats nous a rapidement convaincu de l'existence d'une série commune à toutes les stations halophiles d'Europe littorale et continentale. Cependant beaucoup d'études ont été menées dans un esprit exclusivement phytosociologique, leurs auteurs effectuant l'analyse de nombreux relevés dans l'esprit de l'école Zuricho-Montpellieraine de Braun Blanquet et Tüxen. Aussi les données hydrographiques, édaphiques et climatiques sont-elles rares en regard des nombreuses associations, sous-associations, faciès et variantes géographiques qui ont été décrites et il est difficile d'établir des comparaisons.

Il est clair que des études écologiques minutieuses s'imposent, qui seules permettraient de préciser l'influence de chaque facteur sur chaque espèce et d'établir, par exemple, des groupes homogènes, puis des groupements écologiques selon la méthode publiée par l'école Montpelliéraine dirigée par Emberger.

Il paraissait cependant intéressant de savoir si cette flore très appauvrie était encore réellement "représentative" de la végétation halophile européenne. En d'autres termes, la flore et la végétation des marais salés de la Lorraine présentent-elles les mêmes grandes caractéristiques, apparaissent-elles comme une reproduction fidèle, bien qu'à échelle réduite, de ce que l'on observe dans des zones halophiles plus vastes et plus riches ? Nous croyons pouvoir apporter une réponse positive à cette question, les stations lorraines apparaissent comme une sorte de microcosme où l'on trouve les représentants principaux des grandes associations classiques de la végétation halophile.

A - ETUDE ANALYTIQUE DES GROUPEMENTS

1 - Les halophytes aquatiques

La flore phanérogamique des fonds marins continuellement inondés est pratiquement limitée aux "herbiers" à Zostères. A Zostera marina qui ne supporte aucune exondation, fait suite à la limite de la slikke, sa variété

stenophylla, capable de survivre à de brèves périodes d'émersion (1 h au maximum). Sur les littoraux de la mer du Nord, Zostera nana est déjà mieux adaptée à la vie terrestre puisqu'elle peut demeurer découverte sans dommage pendant 2 à 3 h.

Puis en remontant la slikke, apparaissent les Spartines plus abondantes sur les côtes du Nord-Ouest de l'Europe que sur celle de la Méditerranée. Parmi celles-ci , Spartina townsendi, allopolyploïde venue récemment des côtes d'Angleterre, étend rapidement son domaine dans la Manche et la mer du Nord.

Comme l'ont montré Hoquette, Gehu et Fauquet (1965) puis Ghestem (1966) les Spartines (S. maritima et S. townsendi) préfèrent les slikkes très humides à sol sulfureux, vaseux, noirs, asphyxiques et riches en éléments fins (50 % de limon et d'argile en surface, ce qui est fort pour une slikke). Elles se distinguent en cela des Salicornes qui colonisent des sols plus sableux et Tüxen s'appuie sur ce fait pour les isoler des Salicornes, plaçant les premières dans la classe des "Spartinetea" et les secondes dans celle des "Thero-salicornietea".

Aucun de ces genres strictement marins n'est représenté dans les stations halophiles continentales. Mais par contre, plusieurs espèces aquatiques sont communes aux deux types de stations, à savoir Ruppia maritima, Zannichellia palustris, Ranunculus baudoti et Chara vulgaris. Ces espèces sont capables de s'accomoder de très hautes teneurs en sels et nous avons rencontré Zannichellia palustris dans des mares contenant en été environ 10 g % de Cl^-, soit une teneur cinq fois supérieure à celle de l'eau de mer (la possibilité de trouver Ranunculus trichophyllus dans des eaux très salées n'est pas signalée dans les flores).

2 - Les groupements à Salicorne

A l'exclusion des stations d'Auvergne, dont la salure insuffisante autorise une compétition telle que la Salicorne ne peut s'y maintenir si tant est que ses graines y soient jamais parvenues, des représentants annuels du genre Salicornia sont présents dans toutes les zones salées. Tous appartiennent au groupe S. herbacea. A ceux-ci s'ajoutent, sur le littoral méditerranéen beaucoup plus riche, plusieurs Salicornes vivaces (S. fruticosa, S. radicans) ainsi que des représentants du genre voisin Arthrocnemum.

Salicornia strictissima (Salicornia europaea var. stricta, polyploïde de Salicornia europaea var. patula) domine sur la slikke. Les premiers individus, d'abord isolés, apparaissent à environ 40 cm en dessous de la hauteur moyenne des hautes eaux puis le "Salicornietum europaea" devient rapidement

très dense, et, dans sa phase terminale, encore quotidiennement recouverte par la mer, se parsème de quelques individus d'Aster tripolium et de Glyceria maritima. Puis, à la limite de la slikke et du shorre, la salicorne se fait beaucoup plus rare, non pas seulement en raison de la diminution de la salure et de l'humidité mais aussi parce que le recouvrement plus dense de la Glyceria et des espèces limites du shorre la prive de lumière et empêche ainsi la germination de cette espèce très héliophile (Ellenberg 1963).

La Salicorne représente ainsi l'espèce dominante de la slikke ; elle colonise des sols noirs, encore très sulfureux mais plus sableux que la Spartine. Ce même fait avait été observé aux stations de Lezey et de Lagrange-Fouquet où la Salicorne recouvrait des sols contenant 25 à 30 % de sable fin. Cependant, les conditions de vie des Salicornes de la slikke, dominées par le constant va et vient de la mer, ne permettent guère de les comparer à la Salicorne lorraine ou à toute autre Salicorne continentale. Constatons simplement que Salicornia strictissima est, comme Salicornia ramosissima, une espèce très halophile mais elle semble plus hygrophile puisqu'elle est baignée par chaque marée.

Les Salicornes continentales se rapprochent d'avantage de Salicorni europaea var. patula, espèce formant de vastes associations sur les bords de la mer Baltique dans des boues rarement inondées par la mer mais très salées. Tüxen (1950), sur la base de cette importante distinction écologique et en constatant la différence des espèces d'accompagnement, la place d'ailleurs dans la classe des "Cakiletea" et non plus dans celle des "Therosalicornietea". Comme Salicornia ramosissima, cette espèce rougit fortement en été, phénomène que l'on n'observe pas chez les Salicornes de la slikke.

La Salicorne est présente dans toutes les stations salées continentales accompagnée des mêmes espèces qu'en Lorraine parmi lesquelles figurent le plus souvent Glyceria distans, Spergularia salina, Aster tripolium etc ... (Altehage 1940). De nombreuses variantes du "Salicornietum europeae" ont été décrites en fonction des localisations géographiques mais toutes présentent les mêmes caractères de très forte halophilie et de relative hygrophilie. Wendelberger (1950) considère la Salicorne comme une mésohygrophyte, très halophile et caractéristique des sols à structure dispersée, très salés, assez sableux et humides.

Elle est presque toujours accompagnée également de Suaeda maritima qui pourtant fait défaut en Lorraine. Cette espèce peut résister à des teneurs en sels considérables qui en font, avec Camphorosma annua et Suaeda salsa, une des espèces les plus halophiles connue. Ainsi, sur les sols à carbonate

de sodium de Hongrie, elle se maintient mieux que la Salicorne, résistant à des salures considérables sur des substrats plus secs. Sa plus grande résistance à la sécheresse, sa robustesse, son aptitude à la compétition lui permettent de coloniser, sur les côtes atlantiques, la limite de la slikke et du schorre. Hocquette, Gehu et Fauquet (1965) ont aussi décrit dans la baie d'Authie, une association à Suaeda maritima et Aster tripolium, caractérisée par la commune abondance de ces deux espèces.

Le groupement à Salicorne lorrain apparait donc comme le représentant fidèle, bien qu'appauvri, du "Salicornietum europeae" présent dans toute l'Europe et dont les représentants les plus riches se trouvent sur le littoral méditerranéen où la flore halophile est plus diversifiée. Corre (1961) a pu mettre en évidence, dans les sansouires de la région de Montpellier, l'existence d'un groupe écologique homogène dans lequel il rassemble les deux espèces ci-dessus (S. herbacea et Sueada maritima) ainsi qu'une Salicorne vivace (S. fruticosa). Ce groupe est caractérisé, comme pour notre Salicorne lorraine, par une nappe phréatique toute l'année proche de la surface et dont la salure est très voisine des nôtres (allant le plus souvent de 3 à 7 g de Cl^- %) ; ces stations sont également inondées en hiver et cet apport d'eau douce favorise la germination printanière de l'espèce.

Ainsi l'analogie est-elle frappante avec les observations que nous avons nous-mêmes établies sous un climat pourtant assez différent. Mais les divergences déjà signalées apparaissent dans la composition floristique du groupe puisque celui-ci comporte ici une Salicorne vivace, inexistante dans les stations halophiles du Nord-Ouest de l'Europe.

3 - Les groupements à Glyceria

Des espèces du genre Glyceria (= Puccinellia) sont présentes dans toutes les stations halophiles d'Europe où elles caractérisent des sols nettement moins salés et généralement plus humides que ceux des sites à Salicorne. Elles constituent ainsi le troisième maillon d'une chaîne qui conduit, comme nous allons le voir, des groupements aquatiques à l'Agropyrum, encore qu'entre le "Salicornietum" et le "Puccinellietum", divers stades intermédiaires puissent s'intercaler.

Souvent le "Puccinellietum" suit immédiatement la Salicorne. Ellenberg (1963) décrit en mer du Nord des associations à Glyceria maritima entrant en concurrence directe avec la Salicorne à partir de 15 cm au-dessous du niveau moyen de la haute mer. Elles atteignent le schorre et en recouvrent la lisière jusqu'à une hauteur de 25 cm au-dessus du niveau de la haute mer. Puis elles sont éliminées par la concurrence de l' "Armerietum maritimae".

Les conditions édaphiques caractéristiques du "Puccinellietum maritimae" ont été étudiés par Ghestem (1966) : la surface du sol est constituée par une très forte proportion d'éléments fins (70 % de limons et d'argile) et elle est toujours humide. La mer recouvre le groupement, dans la station étudiée (Baie de Canche dans la Manche) entre 421 et 277 fois par an et la nappe phréatique est en moyenne à 70 cm en dessous de la surface. Le "Puccinellietum" manifeste donc une hygrophilie très marquée, mais la salure du sol est par contre nettement plus faible que sous la Salicorne (2 à 3 fois moindre). Toutefois Adriani (1945) signale sur le littoral des Pays-Bas, des associations à Glyceria maritima dans des cuvettes d'eau saumâtre et sur des sols plus salés que pour la Salicorne voisine. (Il est possible que l'eau y soit trop constamment stagnante pour permettre l'implantation de celle-ci).

Dans ces associations, la Salicorne est encore présente, côté slikke, sous l'aspect de quelques individus isolés de même que Plantago maritima, Spergularia maritima et Aster tripolium.

Comme sur les côtes de la mer du Nord, le groupement à Glyceria suit directement, en Lorraine, le groupement à Salicorne sur des sols déjà moins salés. Mais il s'agit ici de Glyceria distans, plus hygrophile que Salicornia ramosissima, alors qu'au contraire Glyceria maritima du littoral était moins inondée que Salicornia strictissima. On peut donc admettre qu'il existe, entre ces deux Glyceries, une sorte de vicariance, puisqu'elles occupent l'une et l'autre le même type de substrat très humide, à granulomètrie très fine et déjà relativement dessalé. Mais tandis que, sur le littoral, Glyceria maritima est précédée sur la slikke par Salicornia strictissima très hygrophile, en Lorraine, Glyceria distans est au contraire précédée par Salicornia ramosissima moins hygrophile. Il en est de même dans les stations d'Allemagne continentale ou Altehage (1940) a montré que Glyceria distans, (ici toujours accompagnée de Obione pedunculata) suit immédiatement Salicornia "herbacea" lorsque la salure diminue. Ceci montre la grande analogie existant entre les stations lorraines et celles d'Allemagne continentale ou littorale, analogie que l'on constatera dans les groupes suivants et qui s'est déjà vérifiée dans la composition floristique.

L'abondance d'Obione pedunculata parmi les touffes de Glyceria dans les stations décrites par Altehage dans le bassin de la Saale est remarquable. En effet, un autre représentant de ce genre, très commun sur les côtes de France, Obione portulacoïdes, s'intercale souvent entre le "Salicornietum" et le "Puccinellietum". Les deux représentants de ce genre peuvent donc être considérés comme un lien entre les deux groupements. Mais les Obione ne sont pas présentes dans la flore halophile pannonique et ne

constituent donc pas un élément constant de la série fondamentale ici décrite.

Aster tripolium est toujours présent dans les groupements à Glyceria.

Cette espèce se signale, dans toute l'Europe, par une étonnante souplesse écologique : elle apparait d'abord comme une espèce très hygrophile, puisque, comme le signalent Ellenberg (1963) et Ghestem (1966), elle est capable de survivre sur la slikke, à la lisière du "Salicornietum". Mais on la trouve aussi sur le schorre où Hocquette, Gehu et Fauquet (1965) la considèrent comme l'une des deux caractéristiques de l'association "Suaedetum maritimae - Asteretum tripoli" sur des sols à granulométrie très fine (limonoargileux) donc très humides. Wendelberger (1950) a pu observer, au bord du lac de Neusiedl, en Autriche, le développement de l'Aster dans le "Salicornietum", surtout au cours des années humides provoquant une forte hygrophilie accompagnée d'un dessalage. Altehage (1940) indique qu'il est proche de la Salicorne même dans les stations plus basses. Il semble donc que l'Aster soit plus hygrophile et moins halophile que la Salicorne. Nous l'avons cependant rencontré dans des mares très salées et Corre a pu l'observer sur des sols dont la nappe phréatique, proche de la surface, atteignait 6,5 g de Cl^- %. Son pouvoir de se développer sur des substrats de salure aussi variable s'explique par sa capacité d'adapter sa succulence en fonction de la pression osmotique du sol et sa faculté de coloniser des substrats très humides par la présence d'un abondant tissu aquifère qui en fait une plante de marécage. Avec de telles facultés adaptatives, il n'est pas étonnant que Ghestem le considère comme capable de se "faufiler" dans tous les groupements, notamment le "Salicornietum" et le "Puccinellietum".

Glyceria distans est également présente dans la flore des sources salées d'Auvergne ; elle y constitue le premier terme de notre série. Ces sources, dont la teneur en ClNa ne dépasse jamais 3 g % comme l'a montré Chartrain (1949), sont en fait peu salées de sorte que la Glycerie présente sur des sols contenant au maximum 0,25 % de ClNa, fait figure ici de plante relativement très halophile avec Triglochin maritima, Scirpus maritimus, Plantago maritima, Glaux maritima et Chara crinita.

Une mention particulière doit encore être faite au sujet de Glyceria festucaeformis, étudiée par Corre (1961) sur le littoral méditerranéen. Cette espèce ne peut être considérée comme une vicariante écologique de Glyceria distans des continents ou de Glyceria maritima du littoral car elle est nettement moins hygrophile mais beaucoup plus halophile (au moins autant que Salicornia herbacea).

D'ailleurs Braun Blanquet, dans une étude sur les prés salés du Languedoc (1957) ne signale pas d'association à Glyceria mais note seulement la présence de Glyceria convoluta à proximité d'un sol nu et d'un sol à Salicorne.

La lisière des groupements à Glyceria voisinant la slikke et encore très salée, est généralement marquée par le développement plus ou moins important de Plantago maritima qui exige des sols moins humides. Ceci est vrai aussi bien sur le littoral de l'Europe occidentale qu'en Allemagne continentale ou en Pannonie.

Altehage (1940) signale également le développement en lisière et en fonction du dessalage de Spergularia marginata, puis de Spergularia salina. Il décrit d'ailleurs une sous-association à Spergularia salina, correspondant à l'association Glyceria distans - Obione pedunculata. Sur ce point, ses observations divergent quelque peu des nôtres car nous rencontrons au contraire Spergularia salina dans la Glycerie et plutôt dans les sites salés proches de la Salicorne.

En s'éloignant du "Puccinellietum" la végétation évolue et aboutit toujours, au moins en Europe occidentale, vers le stade suivant de la série caractérisé par Juncus gerardi.

4 - Les groupements à Juncus gerardi

Dans l'île de Neuwerk qui, n'ayant pas subi d'interventions humaines, constitue un excellent secteur d'étude, Tüxen (1957) a décrit une série de l' "Armerion" qui, après le "Salicornietum" puis le "Puccinellietum" aboutit à une pelouse à Festuca rubra et Armeria maritima. Juncus gerardi est présent dans cette sous-association de l' "Armerietum maritimae". L'auteur signale que cette espèce prend le dessus et devient dominante sur les surfaces plates et un peu surélevées du schorre où l'eau de pluie stagne et provoque un certain dessalage. Ces conditions favorisent le développement de Juncus gerardi associé, comme en Lorraine, à Agrostis stolonifera et à des Fétuques (ici Festuca rubra). Plusieurs des espèces précédentes sont encore présentes mais avec un recouvrement faible et une médiocre vitalité.

Ainsi apparait le caractère faiblement halophile (Glyceria distans, Plantago maritima et Spergularia marginata) et moyennement hygrophile de ce Jonc.

Hocquette, Gehu et Fauquet (1965) le signalent sur les schorres sableaux, mais encore humides et dans tous les estuaires où un apport d'eau douce provoque un constant dessalage. Juncus gerardi y est associé à Carex extensa ("Junceto-caricetum extensae") mais on trouve également, dans cette association, Plantago maritima, Limonium vulgare, Glaux maritima et, comme en Lorraine, Triglochin maritima.

Le Jonc ne se situe cependant pas directement à la suite du "Puccinellietum" sur le schorre, le bas étant surtout occupé par les Fétuques (Festuca rubra) qui supportent des salures plus élevées selon Ghestem (1966). On peut donc distinguer sur le littoral entre le "Puccinellietum" et le "Juncetum", un maillon intermédiaire à Festuca.

Juncus gerardi est également présent dans les stations continentales : on le trouve en Auvergne, mais dans des stations moins salées que la Glycérie. Il fait souvent faciès avec un recouvrement de 100 % dans l'association Juncus gerardi - Scorzonera parviflora des régions halophiles allemandes et pannoniques où on le trouve accompagné de Plantago maritima, Glaux maritima (toutes deux absentes de Lorraine) et Triglochin maritima. Cette dernière espèce se mèle parfois au Jonc en quantités telles que Altehage (1940) décrit une variante de "Juncetum" à base de Triglochin maritima et de Scorzonera parviflora. Mais cet auteur confirme bien toutes nos observations en signalant que le Jonc occupe les zones les moins salées des stations halophiles.

Sur le littoral méditerranéen, Braun Blanquet (1957) a montré que les associations à Jonc, dans lesquelles Juncus gerardi est souvent dominant, de même que Juncus maritimus, Triglochin maritima, Plantago cornuti poussent sur des sols déjà assez peu salés. Ce "Junceto-Triglochinetum" est situé par l'auteur après les Salicornes et avant les associations caractéristiques des sols dessalés ("Molinietum mediterraneum"). Il caractérise, comme en Lorraine, les sols peu salés, humides, limonoargileux.

5 - Les groupements à Agropyrum

Ces groupements marquent, dans nos stations, la transition avec la prairie de fauche non halophile et constituent ainsi le dernier maillon de la série décrite, le moins hygrophile et le moins halophile.

Il en est de même sur le littoral : Tüxen (1957) signale que les faciès à Juncus gerardi constituent une étape intermédiaire entre le "Pucinellietum" et le classique "Agropyro-rumicion". On sait que ce groupement dominé par Agropyrum repens se développe dans les zones à fort

contraste écologique, ce qui est bien le cas ici, à l'extrémité du schorre, entre des stations halophiles et non halophiles. De même, Hocquette, Gehu et Fauquet (1965) ont décrit à l'extrémité de leur série et à la limite des estuaires, des formations riches en Agropyrum pungens plus ou moins accompagné par Atriplex hastata var. salina. Cette espèce rudérale se développe bien sur les sols enrichis par les "laisses de mer" à la suite des fortes tempêtes et des plus hautes marées. Elle est aussi présente dans nos stations lorraines, où elle semble plus halophile, mais n'atteint jamais sa dimension normale, et végète à l'état de plantule.

Altehage (1940) a trouvé, à la limite de ses groupements halophiles, la prairie à Agropyrum repens et Corre (1961) indique que Agropyrum acutum caractérise "les stations assez sèches et très peu salées".

Avec l'Agropyrum qui colonise des stations quasi dessalées, s'achève la série fondamentale déjà entrevue en Lorraine. On trouve également dans la plupart des stations halophiles littorales ou continentales des groupements à Scirpus maritimus et à Phragmites communis. Une phragmitaie semi-halophile est décrite au bord de l'Authie, évoluant vers une association à Calystegia sepium, Althaea officinalis et Phragmites communis donc très semblable à la nôtre. Elle montre bien la remarquable souplesse écologique de Phragmites communis qui peut se développer sur des milieux de salure et d'humidité très variés (sans doute grâce à son puissant système radiculaire lui permettant d'atteindre des horizons profonds). Nous ne développerons pas ici la position de ces groupements parallèles, apparaissant dans des conditions particulières et qui ne font pas partie de l'axe fondamental décrit (Phragmites, Scirpus). Leur existence, relevée cependant dans la plupart des stations halophiles de l'Océan à la Baltique et de la Lorraine à la Hongrie, montre combien est homogène la végétation des stations salées d'Europe à l'exclusion de ses rivages du Sud.

C'est ce qui apparait mieux encore dans les quelques tableaux rassemblés et commentés ci-dessous.

B - LA SERIE HALOPHYTES AQUATIQUES - AGROPYRUM DANS LES STATIONS D'EUROPE

Nous résumons dans les tableaux ci-dessous l'essentiel des informations concernant la série précédemment décrite.

Le tableau n° 9 indique la teneur en Cl^- % du sol sous les principaux groupements.

Les difficultés rencontrées dans la détermination des Salicornes et les synonymies ne permettent pas de comparer les taxa cités par les auteurs : aussi la Salicorne a-t-elle toujours été rapportée au groupe "europaea".

Seule a été indiquée sur ce tableau la teneur en Cl %, facteur principal déterminant la distribution des espèces dans la série. Il n'a pu être tenu compte de la granulométrie, de l'hygrophilie, de la microtopographie, de la salure et du niveau de la nappe phréatique, car les variations de ces facteurs n'ont pas tous été étudiés par les auteurs ou l'ont été par des méthodes différentes. De plus, ils ne sont pas exactement comparables d'une espèce à l'autre (Glyceria distans, Glyceria maritima, Glyceria festucaeformis), mais dans l'ensemble cependant, ces données recouvrent assez bien les résultats de nos propres travaux.

On constate à la lecture de ce tableau, la remarquable homogénéité des séries verticales (aux variantes spécifiques près), la salure diminuant toujours de la Salicorne à l'Agropyrum. D'autre part, la présence constante des quatre groupes principaux (aquatiques exclus), aussi bien dans la Manche (Ghestem 1966) que sur la mer du Nord (Schreitling 1959), l'Allemagne continentale (Altehage 1940), la Lorraine et le littoral méditerranéen (Corre 1961) est significative ; elle montre bien l'étendue de son aire recouvrant toute l'Europe.

Les vicariances d'espèces sont également frappantes, par exemple en ce qui concerne les couples Glyceria maritima, Glyceria distans, Agropyrum repens, Agropyrum pungens. Ce phénomène avait déjà été signalé : la liste floristique des espèces halophiles d'Europe occidentale montrait, par exemple, la vicariance de Cochlearia pyrenaica (Auvergne) avec Cochlearia anglica et Cochlearia danica, du littoral.

Le terme de vicariance ne signifie pas cependant que les deux termes du couple colonisent des sites exactement semblables. Ainsi Glyceria festucaeformis est nettement moins hygrophile que Glyceria distans. De plus, les Glycéries littorales (G. festucaeformis en Méditerranée et G. maritima sur les côtes de l'Ouest et du Nord-Ouest européen) sont nettement plus halophiles que Glyceria distans, comme on le voit sur le tableau n° 9. Adriani (1945) a même trouvé, sous certaines stations à Glycéria maritima des Pays-Bas, des teneurs en sels plus élevées que sous les Salicornes toutes proches. Il est possible que dans ce cas, la texture et la structure du sol jouent un rôle. Mais la série n'en est pas modifiée pour autant car Glyceria maritima suit le "Salicornietum", lorsque l'on remonte de la slikke vers le schorre, comme dans l'île de Neuwerk décrite par Tüxen (1957).

Tableau n° 9 : Teneur du sol en Cl^- % dans diverses stations halophiles d'Europe

	Manche (Ghestem 1966)	Mer du Nord (Schreitling 1959)	Allemagne continentale (Altehage 1940)	Lorraine (1967)	Méditer. (Corre 1961)
Salicornia cf europaea	2,5 - 3	1 - 2	2 - 3	2 - 4	5
Glyceria maritima	1,1 - 1,2	0,8			
Glyceria distans			0,6	0,1 - 0,4	
Glyceria festucaeformis					3
Juncus gerardi	0,3 - 0,5	0,2	0,4	0,1	0,3
Agropyrum pungens	?				
Agropyrum repens		traces	traces	traces	0,2
Agropyrum acutum					

Il faut signaler enfin que, sur le littoral en particulier, cette série n'apparait pas toujours au premier abord car le Jonc y est associé à de nombreuses espèces telles qu'Armeria maritima, Plantago maritima, Limonium vulgare qui peuvent faire faciès. Mais l'analyse des relevés permet toujours de mettre en évidence Juncus gerardi, souvent avec une " abondance dominante " élevée, l'espèce étant présente dans toutes les stations halophiles.

En parcourant la bande littorale, de la slikke au schorre, Gillner (1960) a observé sur le littoral Sud-Ouest de la Suède l'apparition et la disparition des espèces types, dans l'ordre figurant sur le figure 34. On retrouve, dans cette série, les représentants des groupes principaux apparaissant dans le même ordre qu'en Lorraine.

Enfin, le tableau n° 10 récapitule les positions réciproques des espèces principales en Europe littorale et continentale. Toutes les associations décrites par les auteurs figurent sur ce tableau sous la dénomination des espèces types qui les caractérisent, et dans l'ordre dans lequel ils les ont eux-mêmes classées. Celui-ci correspond en fait à une salure décroissante de haut en bas.

Toutefois, l'abondance des endémiques et des iranotouraniennes modifie singlulièrement la nature et la végétation des régions continentales de l'Est-européen : de nombreuses associations pannoniques et roumaines ont été décrites et répertoriées par Wendelberger (1950). Elles sont souvent caractérisées par des espèces qui ne figurent plus en Europe occidentale, et n'ont donc pas été portées sur ce tableau ; seules y apparaissent les associations qui, au moins par le genre, se rapprochent de leurs homologues Ouest-européennes. Et même pour celles-ci on remarque par exemple que Suaeda maritima et Salicornia europea tendent à former des associations séparées, et que la Glycérie est présente sous plusieurs espèces formant des associations d'écologie différente (Glyceria limosa tend à caractériser des sols de type Solonetz, qui n'ont pas leur équivalent en Europe occidentale).

La végétation halophile méditerranéenne, beaucoup plus riche en associations, ne figure pas non plus sur ce tableau, mais les quatre groupes fondamentaux s'y retrouvent toujours, formant des ensembles floristiquement plus riches, écologiquement plus diversifiés.

La série décrite présente dans toutes les régions halophiles européennes, continentales ou littorales, est surtout caractéristique des stations de l'Ouest-européen, dans lesquelles elle forme en quelque sorte la "trame" de la végétation.

Mais on ne la retrouve plus en Afrique du Nord, comme on le constate à la lecture des travaux récents et écologiquement très approfondis de Novikoff pour la Tunisie (1965), de Simonneau pour l'Algérie (1952) et de Ionesco pour le Maroc (1965).

Le spectre floristique et chorologique de la flore de ces régions est, il est vrai, tout différent, en raison des modifications des conditions écologiques (climatiques en particulier). La comparaison des groupements perd alors toute signification.

Tableau n° 10 : Position réciproque des principales espèces d'Europe littorale et continentale

	LITTORAL		CONTINENT			
	Manche (Hocquette 1965 - Ghestem 1966)	Mer du Nord (Tüxen 1957)	Allemagne Bassin de la Saale (Altehage 1939)	France Lorraine	Autriche - Hongrie (in Wendelberger 1950)	
Herbiers marins	Zostera maritima Zostera maritima ssp stenophylla Zostera nana					
Halophytes aquatiques	Zannichellia palustris Ruppia maritima Ranunculus baudotii		Zannichellia palustris Ruppia maritima Ranunculus baudotii		Zannichellia palustris Ruppia maritima ssp transsylvanica Potamogeton pectinatus ssp balatonicus	
Salicorne	Spartina sp.					
	Salicornia ef europaea		Salicornia cf europaea Suaeda maritima	Salicornia cf europaea	Salicornia cf europaea	Suaeda maritima Glyceria limosa Glyceria salinaria Lepidium cartilagineu
Glycerie	Suaeda maritima Aster tripolium	Glyceria maritima	Glyceria distans Obione pedunculata	Glyceria distans Aster tripolium	Glyceria salinaria Aster pannonicus	
	Obione portulacoides					
	Glyceria maritima					
Jonc	Festuca rubra Armeria maritima	Festuca rubra Armeria maritima	Triglochin maritima Scorzonera parviflora Juncus gerardii	Juncus gerardii	Scorzonera parviflora Juncus gerardii	
	Juncus gerardii Carex extensa	Juncus gerardii			Carex distans Taraxacum bessarabicum	
	Glaux maritima Plantago maritima					
Agropyrum	Agropyrum pungens Atriplex hastata	Agropyrum repens Rumex sp.	Glaux maritima Plantago maritima Agropyrum repens Arrhenaterum elatius	Agropyrum repens		

Figure 34 - Répartition des espèces sur le littoral Sud-Ouest de la Suède (d'après Gillner)

*: Espèces présentes en Lorraine.

CONCLUSIONS

L'objet essentiel de notre travail était l'étude floristique, phytosociologique et écologique des marais salés de la Lorraine. Nous y avons ajouté, à titre comparatif, diverses observations effectuées dans des stations halophiles d'Afghanistan.

La présence, dans le sous-sol lorrain, de dépôts importants de sel gemme, rappelle que ces régions furent jadis recouvertes par la mer. Des eaux salées peuvent remonter en surface sans doute par un système de microfailles et provoquer alors l'apparition d'une végétation halophile caractéristique. Le développement de cette végétation au cours de l'année, est déterminé par le cycle annuel de submersion, l'évolution de la salure de la nappe phréatique et du sol, enfin l'incidence éventuelle de facteurs accidentels tels que des inondations prolongées, des dégradations provoquées par l'homme ou les troupeaux, des interventions culturales épisodiques etc . . .

La première partie de ce travail est consacrée à l'étude du milieu : le climat lorrain y est analysé, et ses caractéristiques de climat tempéré à tendance continentale sont mises en évidence par les relevés de température et de pluviométrie. La géologie du synclinal de Sarreguemines, dans lequel s'inscrivent toutes les stations halophiles étudiées, est sommairement évoquée, ainsi que les caractéristiques édaphiques de ces stations. Parmi celles-ci, quatre ont été choisies et ont fait l'objet de mesures écologiques suivies : la ferme de Lagrange-Fouquet, les fossés comblés qui entourent Marsal, enfin deux sites halophiles aux environs du village de Lezey. Ces quatre stations sont situées dans le département de la Moselle, à proximité de la petite ville de Chateau-Salins.

L'étude de la flore fait l'objet de la deuxième partie de notre travail : la liste des halophiles stricts est relativement limitée puisqu'elle ne comporte que douze espèces, à savoir : Salicornia ramosissima, Atriplex hastata, Spergularia salina, Cerastium anomalum, Ranunculus baudoti, Bupleurum tenuissimum, Samolus valerandi, Aster tripolium, Triglochin maritima, Ruppia maritima, Glyceria distans, Juncus gerardi. Il apparaît ainsi que la flore halophile lorraine est très appauvrie par rapport à la flore homologue des littoraux atlantique ou méditerranéen. Parmi ces halophytes stricts, les thérophytes sont relativement nombreux, en raison de leur capacité d'adapter leur cycle végétatif à l'évolution annuelle des conditions d'halophilie et d'hygrophilie. A ces halophytes stricts, vient s'ajouter une liste de onze espèces préférantes, et de vingt six espèces indifférentes. Ces dernières

peuvent supporter de très faibles teneurs en chlorures, et se trouvent surtout en lisière des stations halophiles.

Plusieurs interprétations ont été avancées quant à l'origine de cette végétation. Nous tenons pour probable l'hypothèse d'une colonisation relativement récente de ces stations par des espèces du littoral ; transportées à l'état de graine, elles auraient trouvé ce substrat favorable et s'y seraient adaptées d'autant plus aisément que la concurrence vitale y était pratiquement inexistante. L'hypothèse, souvent avancée, selon laquelle il s'agirait de reliques triasiques n'est guère plausible, en raison des profondes modifications climatiques qui se sont produites depuis lors, en particulier les glaciations quaternaires.

La troisième partie, qui fait le corps du sujet, est une étude phytosociologique et écologique. Nous avons défini une série de groupements écologiquement homogènes, dont nous résumons brièvement ci-dessous les caractéristiques essentielles :

- Groupements à Salicornia ramosissima : la Salicorne, associée à Spergularia salina, colonise des sols très salés, compacts, asphyxiques et humides. La nappe phréatique reste toujours proche de la surface, sauf parfois en été ; sa teneur en ion Cl^- est toujours élevée et dépasse en moyenne 3 g %. Le groupement à Salicorne est donc caractérisé par une forte halophilie et une relative hygrophilie.

- Groupements à Triglochin maritima : cette espèce est souvent accompagnée par Aster tripolium ; elle forme des groupements nettement plus hygrophiles que les précédents, mais moins halophiles ; la nappe affleure en surface, mais elle est moins salée, de même que les premiers horizons du sol. Ces groupements colonisent des fossés presque continuellement inondés sauf pendant de très brèves périodes de l'été (longues et fortes chaleurs).

- Groupements à Glyceria distans : ils occupent des stations un peu plus basses que la Salicorne, donc plus longuement submergées. Le sol est toujours humide et compact en profondeur, mais il est nettement moins salé en été ; les horizons superficiels sont mieux structurés. La nappe phréatique est encore très salée, mais elle s'éloigne plus longtemps de la surface, notamment pendant la période végétative. Aster tripolium accompagne la Glyceria dans tous les relevés.

- Groupements à Scirpus maritimus : ces groupements recouvrent des surfaces basses presque continuellement inondées ; ici encore, Aster tripolium, espèce très hygrophile, est abondamment représentée. La nappe phréa-

tique, toujours en surface, est relativement peu salée, car elle est en contact permanent avec les eaux de submersion.

- Groupements à Phragmites communis : ces roselières sont caractérisés par la plasticité écologique de l'espèce dominante qui constitue, tantôt des peuplements purs très hygrophiles et presque constamment recouverts d'eau, tantôt des associations avec Althea officinalis. Dans ce cas, il colonise de petites buttes nettement surélevées. Phragmites communis apparaît ainsi comme une espèce tolérante au sel et s'accomodant d'une hygrophilie variable, mais de préférence élevée.

- Groupements à Juncus gerardi : le Jonc est accompagné d'un cortège d'espèces faiblement halophiles telles que Cerastium anomalum, Ranunculus sardus etc ... Triglochin maritima et Aster tripolium sont rares dans ces groupements trop secs. La jonçaie n'est pratiquement jamais submergée, et la nappe phréatique, bien qu'encore salée, s'éloigne de la surface pendant les mois d'été et d'automne : la rhizosphère occupe alors des horizons superficiels presque entièrement désalés, et bien structurés.

- Groupements à Agropyrum repens : Agropyrum repens est toujours accompagné par Juncus gerardi et Festuca arundinacea ; ces espèces forment une prairie exploitée moins halophile et moins hygrophile que la jonçaie ; elle constitue en quelque sorte la transition entre les stations typiquement halophiles et la prairie de fauche avoisinante.

- Groupements à Althea officinalis et Centaurea jacea : ces groupements s'implantent dès que le sol est suffisamment surélevé, parfois à proximité immédiate d'une station très halophile ; ils colonisent par exemple les buttes situées entre les fossés de drainage, ou les parties les plus externes des cuvettes. La nappe phréatique n'atteint plus la surface du sol, qui est entièrement dessalée ; de plus, ces stations ne sont jamais submergées.

- Groupements aquatiques : ces groupements sont dominés par des espèces franchement aquatiques telles que Ranunculus baudoti, Ranunculus trichophyllus, Zannichellia palustris ou Ruppia maritima. Ils envahissent certains fossés et mares permanentes, parfois très salées, et se caractérisent ainsi par leur halophilie élevée, comparable à celle des groupements à Salicorne.

La quatrième partie est une étude synécologique : elle précise les relations entre groupements et la dynamique de la végétation. Un premier chapitre est consacré à l'examen de l'évolution de chaque facteur : nappe phréatique, cycle de submersion, salure du sol, physique des sols etc ... Ainsi la nappe qui est toujours en surface en hiver, descend plus ou moins longuement et profondément en été : mais sa salure reste assez stable sous

un groupement donné. Toutefois, dans les groupements très hygrophiles, la permanence des eaux de submersion, semble entrainer un relatif dessalage de la nappe phréatique. La salure du sol en surface (ions solubles) est plus élevée en été, en raison de la forte évaporation, mais dans certaines stations où le sol n'est pas trop compact, une forte pluie peut entrainer un lessivage temporaire. Au printemps, le sol est peu salé et la nappe a tendance à baisser. C'est l'époque favorable à la germination des annuelles. La constitution des bases échangeables montre enfin, que le sodium diminue, lorsque l'on va d'une station nue, très salée, à une station à Salicorne, puis de nouveau d'une station à Salicorne à une station à Glyceria. Le calcium évolue en sens inverse, et la structure du sol devient donc plus favorable à la végétation. Ces données sont résumées dans un tableau récapitulant les conditions de vie propres à chaque groupement.

La topographie joue un rôle déterminant dans la distribution de la végétation ; pour le mettre en évidence, nous avons effectué une série de transects à travers diverses stations, dont l'analyse est particulièrement suggestive. L'influence de la topographie peut être plus finement appréciée par la méthode montpellieraine des lignes de végétation, et en poussant plus loin l'analyse, on peut même montrer l'influence de la microtopographie sur la distribution des individus et des espèces au sein d'un même groupement : c'est ce que nous avons fait à l'intérieur d'une station à Salicorne, où l'on observe que les petites buttes ont une flore plus riche que les fonds plats, où seule est présente la Salicorne en peuplements purs.

L'analyse granulométrique des sols montre la prédominance constante des éléments fins (limons et argiles). Quelques échantillons, notamment sous la Salicorne, se singularisent par une teneur plus forte en sables fins.

Nous pouvons donc, en tenant compte de l'ensemble de ces facteurs, caractériser les interrelations entre groupements, et les variations écologiques qui expliquent le passage de l'un à l'autre : la séquence la plus fréquemment rencontrée sur le terrain est, par ordre de salure et d'humidité décroissante et d'altitude croissante : Salicornia - Glyceria - Juncus - Agropyrum - Althea. Les autres groupements sont plus dispersés.

Dans la cinquième partie de notre travail, nous avons tenté de situer la flore et la végétation halophile lorraine dans l'ensemble européen. Les stations halophiles d'Europe ont d'abord été répertoriées et classées. Pour le littoral, nous n'avons pas pris en considération la végétation des dunes car l'écologie particulière de ces stations sélectionne une flore caractéristique différente de celle des prés salés littoraux, ou des marais salés continentaux. Celles-ci par contre, schématiquement, peut être divisée en trois ensembles :

- La flore des littoraux de l'Ouest et du Nord de l'Europe, dont les stations halophiles continentales d'Allemagne et de Lorraine ne sont que des variantes appauvries.

- La flore halophile des basses plaines du Centre et du Sud-Est de l'Europe, s'étendant de Vienne à la mer Noire, où les éléments iranotouraniens et endémiques pannoniques forment deux groupes très importants, différenciant déjà passablement cette flore de celle de l'Europe du Nord-Ouest.

- Enfin, la flore halophile du littoral méditerranéen, également très différenciée, et nettement plus riche.

Cependant, dans toutes ces régions littorales ou continentales, une série fondamentale, allant des halophytes aquatiques (Zannichellia, Ruppia, Ranunculus) au pré à Agropyrum, en passant par la Salicorne, la Glycerie et le Jonc, peut être mise en évidence lorsqu'on se déplace de la slikke vers l'intérieur, ou d'une zone très salée à des zones dessalées. Cette série apparaît cependant beaucoup plus nettement dans les stations de l'Europe de Nord-Ouest. Dans les sites halophiles pannoniques, roumains et méditerranéens, il est plus difficile de la mettre en évidence, car les associations sont plus nombreuses et plus diversifiées.

L'existence de cette série de groupements homologues manifeste donc entre les stations halophiles d'Europe littorale et continentale une homogénéité plus étroite que l'examen des seules caractéristiques floristiques pouvait le laisser prévoir.

Photo n° 1 : Groupement à Salicornia ramosissima.
Environs de Lezey.

Photo n° 2 : Frange de Salicorne développée entre un fossé et un groupement à Juncus gerardi.
A l'arrière plan Agropyrum repens.
Environs de Lezey.

Photo n° 3 : Fossé presque constamment inondé où domine Triglochin maritima.
Environs de Lezey.

Photo n° 4 : Groupement à Glyceria distans et Aster tripolium développé en bordure d'un fossé.
Environs de Lezey.

Photo n° 5 : Fossé avec Triglochin maritima et Aster tripolium.
A l' arrière plan : groupements à Salicornia ramosissima puis à Glyceria distans et Aster tripolium.
Environs de Lezey.

Photo n° 6 : Groupement à Juncus gerardi (au premier plan) suivi par un groupement à Agropyrum repens.
Environs de Lezey.

- BIBLIOGRAPHIE -

ADRIANI M.J. 1945
Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau des halophytes.
Comm. S.I.G.M.A., 88 a, 217 p.

ALTEHAGE C et ROSSMAN B. 1939
Vegetationskundliche Untersuchungen der Halophyten flora binnenländischer Salzstellen im Trocken gebiet Mitteldeutschlands.
Beih. Z. Bot. Centralblatt. 1940, Abt B, LX, 1-2, pp. 135-180.

BARBICHE R.T. 1880
Revue critique de la bibliographie botanique locale.
Bull. Soc. Hist. Nat. Metz, 1880, **15**, pp. 229-261.

BEEFTINK W.G. 1965
De Zoutvegetatic van Z.W. Nederland beschorewd in Europees verband.
Veenman et Zoner, N.V. Wageninger 1965.

BINET P. 1961
Acquisition de l'aptitude à germer en milieu salé par les semences de Triglochin maritimum L.
Bull. Soc. Linn. Normandie 1961, 10, 2, 124.

BINET P. 1966
Aptitude à germer en milieu salé de trois espèces de Glyceria : G. borrei Bab, G. distans wahlb et G. maritima wahlb.
Bull. Soc. Bot. Fr. 1966, **113**, 7-8, pp. 361-367.

BODROGKOZY G.
Ecology of the halophilie vegetation of the Pannonicum.
1965 - II Correlation between alkali (Szik) plant communities and genetic soil classification in the northern Hortobagy.
Acta bot. Acad. Sci. Hungar 1965, **11**, 1-2, pp. 1-51.

1965 - III Results of the investigation of the solonetz of Oroshaza.
Acta biol., Hongr 1965, **11**, 1-2, pp. 3-25.

1965 - IV Investigations on the Solonetz meadows soils of Oroshaza.
Acta biol., Hongr 1965, **11**, 3-4, pp. 207-227.

1965 - V Results of the investigation of the "Feherto" of Oroshaza,
Acta. bot. Acad. Sci. Hungar 1966, **12**, 1-2, pp. 9-26.

BOYE P. 1904
Les salines et le sel en Lorraine au 18ème siècle.
Crepin Leblond, Nancy, 1904.

BRANDON - BRAVO M Sc 1965
The rapid survey of an Essex Salt-marsh.
The Essex Naturalist 1965, 31, 4, pp. 294-299.

BRAUN - BLANQUET J 1964
Pflanzensoziologie - Grundzuge der Vegetations kunde.
Springer - Verlag Wien 3ème ed., 1964.

BRAUN - BLANQUET J et de RAMM Cl 1957
Contribution à la connaissance de la végétation du littoral méditerranéen. Les prés salés du Languedoc méditerranéen.
Bull. Museum. hist. nat. Marseille 1957, XVII, pp. 5-43.

BRUNOTTE C. 1896
Contribution à l'étude de la flore de la Lorraine. Excursion botanique aux marais salés de la vallée de la Seille.
Journal de Botanique 1896, **10**, pp. 41-52.

BRUNOTTE C. 1896
Les marais salés de la vallée de la Seille du point de vue botanique.
Nancy 1896.

BRUNOTTE C. 1897
Contribution à l'étude de la flore de la Lorraine. Une nouvelle station littorale aux environs de Nancy.
Journal de Botanique 1897, **11**, pp. 261-263.

CHAPMAN V.J. 1960
Salt marshes and Salt Deserts of the world.
Leonard Hill. London 1960.

CHAPMAN V.J. 1964
Coastal vegetation.
Pergamon Press Oxford 1964.

CHARTRAIN M. (1949
La flore des terrains salés d'Auvergne.
Bull. Mayenne. Sciences 1949, pp. 74-92.

CORILLON R. 1953
Sur la phytosociologie des terrains salés d'Auvergne.
Bull. Mayenne Sciences 1953, pp. 26-32.

CORRE J.J. 1961
Une zone de terrains salés en bordure de l'étang de Mauguio. Etude du milieu et de la végétation.
Bull. serv. carte Phytogeogr. 1961, Série B, 6, 2, pp. 105-151.
Bull. serv. carte Phytogeogr. 1962, Série B, 7, 1, pp. 9-47.

DE LANGHE J.E. et DUVIGNEAUD J. 1966
L'écologie de Carex otrubae Podp var. subcontigua (Kükenth) De Langhe et J. Duvigneaud comb. nov.
Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles 1966, **36**, pp. 281-286.

DORST J. 1956
Les migrations des oiseaux
Bibliothèque scientifique Payot 1956.

DUCHAUFOUR Ph.
Précis de Pédologie 2ème édition.
Masson Paris 1965.

DUVIGNEAUD J. 1967
Flore et végétation halophiles de la Lorraine orientale (Dept. Moselle - France).
Mémoires Soc. Roy. Bot. Belgique - 3 - Bruxelles 1967.

DUVIGNEAUD J. et MULLENDERS W. 1965
Contribution à l'étude de la flore lorraine.
Lejeunia Nlle série 1965, **32**, pp. 1-28.

ELLENBERG H. 1963
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, in kausaler, dynamischer und historischer Sicht.
Eugen Ulmer Stuttgart 1963.

EMBERGER L. 1958
Principes de la méthode de travail du Service de la Carte des Groupements Végétaux du CNRS.
Bull. Serv. Carte Phytogeogr. 1958, Série B, **3**, 2, pp. 91-101.

EMBERGER L. et LONG G. 1959
Orientation actuelle au Service de la Carte des Groupements Végétaux de la cartographie phytosociologique appliquée.
Bull. Serv. Carte Phytogeogr. 1959, Série B, **4**, 2, pp. 119-140.

EMBERGER L. 1966
Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer.
Bull. Soc. Bot. mémoires 1966.

FLORENTIN R. 1899
Etude sur la faune des mares salées de Lorraine.
Ann. Sciences Nat., Zool. Paris 1899, X, pp. 209-349.

FOUSSARD E. 1952
Contribution à l'étude des sables maritimes de la presqu'île guerandaise (étude écologique et phytosociologique).
Thèse fac. pharm. Nancy 1953.

FRANQUET R. 1955
Les environs de Nancy.
Bull. Soc. Bot. Fr., 81ème Session extraordinaire 1955, **102**, pp. 11-16.

GEHU J.M. et GHESTEM A. 1963
Zonation végétale en baie de Canche.
Bull. Soc. Bot. Nd. Fr. 1963, 16, 1, 27.

GHESTEM A. 1966
Etude des prés salés de la baie de Canche en relation avec les caractères physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques des sédiments.
Thèse Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lille 1966.

GILLNER V. 1960
Vegetations und Standor untersuchungen in den strandwiesen der Schewedischen westküste.
Acta phytogeogr. suecica 1960, 43, p. 199.

GODARD A. 1951
Contribution à l'étude du climat lorrain.
Rev. Geogr. Lyon 1951, 26, pp. 297-310.

GODARD A. 1960-1963
Atlas de la France de l'Est. Climat. Pl. 12 A.
Strasbourg et Nancy 1960-1963.

GODRON D.A. 1861
Flore de Lorraine.
Nancy et Paris 2ème éd. 1861.

GODRON D.A. 1883
Flore de Lorraine.
Nancy 3ème éd. 1883.

GOMONT M. 1908
Les Algues marines de la Lorraine - Note préliminaire.
Bull. Soc. Bot. Fr. 55ème Session extraordinaire 1908, XXIX - XXXIII.

GOUNOT M. 1961
Les méthodes de description de la végétation.
Bull. Serv. Carte. Phytogeogr. 1961, Série B, 6, 1, pp. 7-74.

GRANDEAU L. 1872
La Soudière de Dieuze et les inondations des prairies salées de la vallée de la Seille (Publication de la station agronomique de l'Est).
Librairie agricole de la Maison Rustique, Paris, 1872.

GREAU E. 1908
Le sel en Lorraine.
Berger Levrault, Paris et Nancy 1908.

GUINIER Ph. 1931
La flore de la région de Nancy.
Assoc. Fr. Avancem. Sciences. 55ème Session Nancy 1931.

GUINIER Ph et MAIRE R. 1908
Rapport sur les excursions de la Société Botanique de France en Lorraine (juillet-août 1908).
Bull. Soc. Bot. Fr. 55ème Session extraordinaire 1908 - LXXIX-CL.

HAFFNER P.
Pflanzensoziologische und pflanzengeographische Untersuchungen in den Talauen der Rosel, Saar, Nied, Prims und Blies.
Naturschutz und Landschaftspflege im Saarland 1964, **3**, pp. 7-65.

HAMANT C. 1961
Les marais salés de la Lorraine.
Monde des plantes 1961, 55, 331, pp. 2-3.

HAYON J.C. 1966
Sur l'écologie de la végétation halophile continentale du département de la Moselle.
C.R. Acad. Sc. Paris 1966, **263**, pp. 1977-1979.

HEURTEAUX P. 1962
L'eau et le sel en Camargue. Position du problème et résultats des premières recherches.
La Terre et la vie 1962, 1, 11-33.

HOCQUETTE M., GEHU J.M., FAUQUET M. 1965
Contribution à l'étude phytosociologique de l'estuaire de l'Authie.
Bull. Soc. Bot. Nord. France 1965, XVIII, 2, pp. 114-143.

HOLANDRE J.J. 1842
Nouvelle Flore de la Moselle.
2ème éd. Metz 1842.

IONESCO T. 1965
Eléments phyto-écologiques fondamentaux pour une mise en valeur, secteur côtier de Sidi Taibi.
Awamia - Maroc, 1965, 17, pp. 49-141.

ISSLER - LOYSON - WALTER 1965
Flore d'Alsace.
Société d'étude de la Flore d'Alsace - Institut de Botanique - Strasbourg 1965.

KAPP E. 1962
Espèces et stations nouvelles de la Flore de l'Alsace et des Vosges.
Bull. Ass. Phil. Als. et Lorr. 1962, **11**, pp. 179-214.

KARMIN O. 1912
La question du sel pendant la Révolution.
Honoré Champion, Paris 1912.

KIENTZLER L. 1959
Une nouvelle station de plantes halophiles en Lorraine.
Bull. Soc. Sciences Nancy 1959, **18**, pp. 339-342.

KLOSS K., SUCCOW M. 1966
Karten zur Pflanzen geographie Mecklemburgs
III Salz und Strandpflanzen (I Teil)
Ergebnisse der Gemeinschaftsarbeit des Studenten
Zirkels "J.B. de Lamarck" und der Arbeitsgemeinschaft mecklenburgischer Floristen.
Wissensch. Z. Ernst - Moritz - Arndt - Univ. Greifswald math. naturwissensch. Reihe 1966, 15, 1, pp. 9-40.

KNORZER K.H. 1964
Dünen vegetation am Niederrhein mit Elementen der Kontinentalen Salzsteppe.
Decheniana 1964, 117, 1-2, pp. 153-157.

KREEB K. 1965
Die Okologische Bedeutung der Bodenversalzung.
Angew. Bot., Dtsch. 1965, 39, 1-2, pp. 1-15.

LANGLOIS J. 1961
Aspects morphologiques et écophysiologiques de la germination des trois variétés de Salicornia herbacea L.
Bull. Soc. Linn. Normandie 1961, 10, 2, pp. 160-174.

LAUGIER R. 1961
Trias de faciès germanique en Lorraine.
Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes.
Comptes-rendus du congrés des Sociétés savantes de Paris et des départements. Montpellier 1961 - Section des Sciences, sous section de géologie.
Mem. du Bur. rech. géol. min. 1963, 15, pp. 39-65.

LE BRUN P. 1965
Oiseaux migrateurs et dispersion des plantes hygrophiles.
Monde des Plantes 1965, 60, 348, pp. 9-12

LEVALLOIS J. 1833
Mémoire sur les travaux qui ont été exécutés dans le département de la Meurthe pour la recherche et l'exploitation du sel gemme.
Ann. Mines Paris 1833, 3ème Série, IV, 37-76 et pp. 321-356.

LEVALLOIS J. 1834
Idem.
Ann. Mines Paris 1834, 3ème Série, VI, pp. 119-164 et 281-289.

LIENHART R. 1931
Les mares salées de la Lorraine.
Ass. fr. Avancem. Sciences 55ème Session Nancy 1931, pp. 267-269.

LONG G. 1958
Description d'une méthode linéaire pour l'étude de la végétation.
Bull. Serv. carte Phytogeogr. 1958, Série B, 3, 2, pp. 107-127.

MAIRE R. 1908
La végétation de la Lorraine.
Bull. Soc. Bot. Fr. 55ème Session extraordinaire 1908, LXIII-LXXVIII

MATTENET F. 1932
Le sel lorrain - Le pays lorrain.
1932, 24, pp. 255-269.

MATTENET F. 1938
Géographie lorraine.
Berger-Levrault, Paris, 1938.

MAUBEUGE 1950
Le Bassin Salifère lorrain.
Nancy 1950 - Georges Thomas - Nancy.

MAUBEUGE 1962
Les données actuelles sur l'extension du bassin salifère lorrain.
Bull. Soc. Lorr. Sciences 1962, 2, pp. 62-102.

NOVIKOFF G. 1965
Contribution à l'étude des relations entre le sol et la végétation halophile de Tunisie.
Thèse Fac. Sciences de Montpellier 1965.

OBERDORFER E. 1957
Suddeutsche Pflanzengesellschaften.
Pflanzensoziol. Jena 1957, **10.**

OBERDORFER E. 1962
Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddsutschland und die angrenzenden Gebiete.
Eugen Ulmer, Stuttgart 1962.

PETITMENGIN M. 1907
Mise au point sur la flore lorraine.
Ass. franç. Avancem. Sciences, 36ème Session Reims 1907, pp. 504-519.

PIERRE J.F. 1965
Quelques Diatomées marines des eaux douces et saumâtres de Lorraine.
Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci. 1965, 5, 1, pp. 17-20

PIERRE J.F. 1965
Aperçus récents sur la recherche algologique en Lorraine.
Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci. 1965, 5, 3, pp. 53-88.

PIERRE J.F. 1966
Le genre Enteromorpha dans les eaux saumâtres de Lorraine.
Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci. 1966, 6, pp. 31-33.

PIERRE J.F. 1966
Deux siècles de recherches sur la systématique et l'écologie des algues en Lorraine.
Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci. 1966, 6, 2, pp. 127-134.

REYNAUD - BAUVERIE 1936
Le milieu et la vie en commun des plantes.
Encyclopédie biologique - Lechevalier Paris 1936.

RICHARDS L.A. 1954
Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.
Agric. Handbook. U.S. dept. of Agric. 1954, n° 60.

SCHREITLING K.T. 1959
Beitrage zur Erklärung der Salzvegetation in den nordfriesischen Kögen.
Mitt. Arb. gem. Floristik. Schlesw - Holst. und Hamburg 1959, 8, 98.

SIMONNEAU P. 1952
La végétation halophile de la plaine de Perregaux (Oran).
Gouvernement général de l'Algérie. Direction du Service de la colonisation et de l'hydraulique.
Service des études scientifiques Clairbois. Birmandreis 1952.

TREITZ P. 1931
Die Binnen gewässer Zwischen Donau und Tisza und ihre Verwertung.
Hidr. Közl. Zeitschr. f. Hydrol. 1931, 8-11.

TURMEL J.M. 1965
Les rH_2 du sol et la répartition des végétaux halophiles dans les prés salés. Note préliminaire.
Bull. Museum nat. Hist. nat. 1964 (1965), 36, 5, pp. 703-706.

TUXEN R. 1950
Grundriss einer systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas.
Mitt. florist. Soziol. Arb. gem., N.F. 1950, 2, pp. 94-175.

TUXEN R. 1957
Die Schrift des Bodens.
Angew. Pflanzensoziol. (Stolzenau/weser) 14, 4 p.

WENDELBERGER G. 1950
Zur Soziologie der Kontinentalen Halophytenvegetation Mitteleuropas unter besonderer Berücksichtigung der Salzpflanzengesellschaften am Neusiedler See.
Osterr. Akad. Wiss. Mathem. - nat. Klasse, Denkschr., 108. Band 5. Wien 1950.

WERNER R.G. 1960
Présence de Diatomées marines en eau douce continentale.
C.R. Acad. Sc., 1960, 251, pp. 413-415.

WESTHOFF et VAN LEEUWEN 1961
Okologische und Systematische Beziehungen Zwischen natürlicher und anthropogener Vegetation.
In Anthropogene vegetation :
Bericht über das Internationale Symposium in Stolzenau/Weser Verlag Dr. W. Junk. Den Haag 1966.

WILLEMET P.R. 1805
Phytogéographie encyclopédique ou flore de l'ancienne Lorraine et des départements circonvoisins.
Nancy 1805.

WILLEMET P.R. 1870
Phytogéographie économique de Lorraine.
Nancy 1870.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

PREMIERE PARTIE - Le bassin salifère lorrain 3
Chapitre I - Etude géologique 5
A - Position géologique du gisement salifère 5
B - Structure du gisement salifère 6
C - Importance du gisement 8
Chapitre II - Les stations salées de la Lorraine 10
A - Origine 10
B - Physionomie de la végétation halophile 11
C - Amélioration des parcelles salées 11
Chapitre III - Le climat 23
A - Etude générale du climat 23
B - Le climat de la vallée de la Seille 27

DEUXIEME PARTIE - La flore 41
Chapitre I - Relevé floristique 43
A - Phanerogames 43
B - Cryptogames 46
Chapitre II - Analyse de la flore 48
A - Spectre biologique global 48
B - Spectre chorologique global 48
C - Origine de la flore halophile 50

TROISIEME PARTIE - La végétation et l'écologie des groupements.... 53
Introduction 55
Chapitre I - Groupements fortement halophiles et moyennement hygrophiles 57
Groupements à Salicornia ramosissima 57
Chapitre II - Groupements hygrophiles 75
Section 1 - Groupements à Triglochin maritima 75
Section 2 - Groupements à Glyceria distans et Aster tripolium 81
Section 3 - Groupements à Scirpus maritimus 91
Section 4 - Groupements à Phragmites communis 98
Chapitre III - Groupements peu hygrophiles 105
Section 1 - Groupements à Juncus gerardi 105
Section 2 - Groupements à Agropyrum repens 114
Section 3 - Groupements à Althea officinalis et Centaurea 122

Chapitre IV - Groupements aquatiques 130
Groupements à Ranunculus baudoti ou Ranunculus trichophyllus 130
Groupements à Zannichellia palustris 130

QUATRIEME PARTIE - Les relations entre le milieu et la végétation 141
Chapitre I - Variations des facteurs écologiques 143
A - La nappe phréatique 143
B - Les eaux de submersion 144
C - Le sol 145
Chapitre II - Synécologie 149
A - Comparaison des conditions écologiques des groupements 149
B - Position des groupements en relation avec la topographie 149
C - Les interrelations entre les groupements 157
D - Conclusions 160

CINQUIEME PARTIE - Position des stations halophiles lorraines dans l'ensemble européen 163
Chapitre I - Localisation et physionomie des zones salées d'Europe 166
A - Les stations littorales 166
B - Les stations continentales 168
Chapitre II - La distribution de la flore halophile en Europe 171
Chapitre III - Mise en évidence d'une série écologique commune aux stations halophiles d'Europe littorale et continentale 178
A - Etude analytique des groupements 178
B - La série halophytes aquatiques - Agropyrum dans les stations d'Europe 186

CONCLUSIONS 193

BIBLIOGRAPHIE 199

Nom de l'étudiant : HAYON
Nature de la Thèse : Sciences Naturelles

Vu, Approuvé
et Permis d'Imprimer
NANCY, le 11. 12. 67
Le Doyen,

J. AUBRY

Cet exemplaire est imprimé
à des fins particulières et ne
peut en aucun cas être vendu.

Achevé d'imprimer le 30 Novembre 1968
à l'atelier de Documentation Universitaire
3, Rue Sellier, 3 NANCY

Dépôt légal N° 362 Faculté des Sciences Editeur
4ème trimestre 1968